

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2001-235752**

(43)Date of publication of application : **31.08.2001**

(51)Int.Cl. **G02F 1/1337**
G02F 1/13363
G02F 1/1343
G02F 1/1368

(21)Application number : **2000-233714**

(71)Applicant : **NEC CORP**

(22)Date of filing : **26.06.2000**

(72)Inventor : **ISHII TOSHIYA**
SUZUKI TERUAKI
SUZUKI SHIGEYOSHI
HAYAMA HIROSHI
KANO HIROSHI
IKEDA NAOYASU
TAKATORI KENICHI
NOSE TAKASHI

(30)Priority

Priority number : **11180615**
11359411

Priority date : **25.06.1999**
17.12.1999

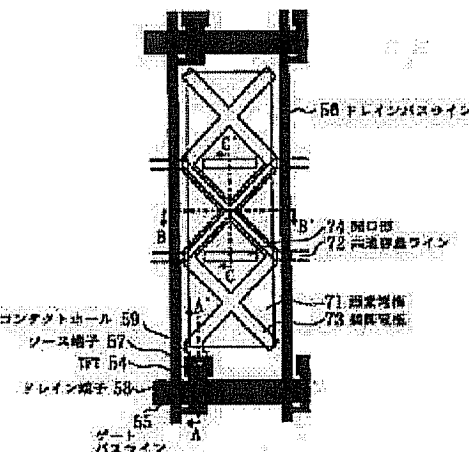
Priority country : **JP**
JP

(54) MULTI-DOMAIN LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multi-domain liquid crystal display device having high contrast and excellent in a visual angle characteristic, without increasing complex processes such as micro-fabrication process of a common electrode, and requiring a high degree of sticking technology.

SOLUTION: In the multi-domain liquid crystal display device a control electrode 73 is connected with a source terminal 57 which is one of the terminals of a TFT 54 as a switching element, and a pixel electrode 71 with an opening part 74 formed therein has coupling capacitance 126 across the control electrode 73, and a divided signal voltage is applied to the pixel electrode 71 via the coupling capacitance 126.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-235752

(P2001-235752A)

(43) 公開日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 2 F	1/1337	5 0 5	2 H 0 9 0
	1/13363		2 H 0 9 1
	1/1343		2 H 0 9 2
	1/1368	1/136	5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数43 書面 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2000-233714(P2000-233714)

(22) 出願日 平成12年6月26日 (2000.6.26)

(31) 優先権主張番号 特願平11-180615

(32) 優先日 平成11年6月25日 (1999.6.25)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-359411

(32) 優先日 平成11年12月17日 (1999.12.17)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 石井 俊也

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(72) 発明者 鈴木 照晃

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(74) 代理人 100099830

弁理士 西村 征生

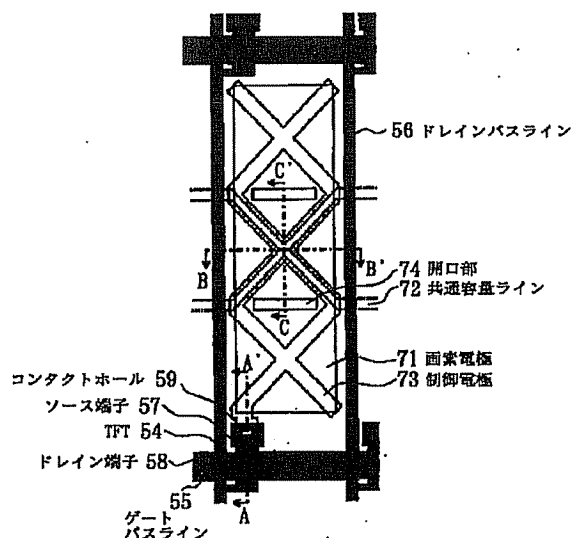
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチドメイン液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 共通電極の微細加工工程等の煩雑な工程を増加させたり、高度な貼り合わせ技術を要求することなく、高コントラストで、視角特性の優れたマルチドメイン液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 開示されるマルチドメイン液晶表示装置は、制御電極73はスイッチング素子となるTFT54の一つの端子であるソース端子57に接続されて、開口部74が形成された画素電極71は制御電極73との間に結合容量126を有し、画素電極71には結合容量126を介して信号電圧の分圧が印加される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一対の基板間に挟持された液晶と、該基板の一方側に形成され横方向に延びる複数本のゲートバスライン及び縦方向に延びる複数本のドレインバスラインとを有し、複数の画素が前記ゲートバスラインと前記ドレインバスラインとの交点の各々に対応してマトリックス状に配置され、前記画素の各々に、スイッチング素子と、画素電極と、前記液晶に対して斜め方向の電界を発生させて複数の配向領域を 1 画素内に形成するための制御電極とを備えるマルチドメイン液晶表示装置であって、

前記制御電極は前記スイッチング素子の一つの端子に接続されて、前記画素電極は前記制御電極との間に結合容量を有し、

前記制御電極には、対応する前記ゲートバスライン選択時に、対応する前記スイッチング素子を介して対応する前記ドレインバスラインから信号電圧が印加され、前記画素電極には前記結合容量を介して前記信号電圧の分圧が印加されることを特徴とするマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 2】 前記画素電極と前記制御電極とは絶縁膜を介して前記画素電極が下層となるように構成されていることを特徴とする請求項 1 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 3】 前記画素電極に開口部が形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 4】 前記制御電極は前記開口部より前記液晶の配向状態を制御する電界を作用させることを特徴とする請求項 3 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 5】 前記画素電極に対し容量を付加するための共通容量ラインを備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 に記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 6】 前記開口部に相当する位置に前記共通容量ラインが配置されていることを特徴とする請求項 5 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 7】 前記画素電極と前記共通容量ラインとの間に、所定容量の付加容量を備えていることを特徴とする請求項 5 又は 6 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 8】 前記制御電極の少なくとも一部が透明電極から成ることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 に記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 9】 前記制御電極は、液晶層の両側にそれぞれ四分の一波長板を有しており、該四分の一波長板の光軸が互いに直交するように配置されていることを特徴とする請求項 8 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 10】 前記液晶の両側にそれぞれ四分の一波長板を有しており、該四分の一波長板の光軸が互いに直交するように配置されていることを特徴とする請求項 1

記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 11】 前記スイッチング素子はボトムゲート構造の TFT であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 に記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 12】 前記スイッチング素子はトップゲート構造の TFT であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 に記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 13】 前記絶縁膜は前記 TFT を保護する絶縁膜と一体的に形成されていることを特徴とする請求項 11 又は 12 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 14】 前記制御電極が前記 TFT のソース端子と一体的に形成されていることを特徴とする請求項 12 又は 13 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 15】 前記開口部が窓状に形成されていることを特徴とする請求項 3 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 16】 前記開口部が前記画素電極の片側あるいは両側から切り込みを入れるように形成されていることを特徴とする請求項 3 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 17】 前記画素電極と前記制御電極との間に、前記画素電極に蓄積された電荷を放電するための抵抗素子を備えていることを特徴とする請求項 1 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 18】 前記抵抗素子は実質的に有限の抵抗値を有していることを特徴とする請求項 17 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 19】 前記画素電極と前記共通容量ラインとの間に、実質的に有限の抵抗値を有する抵抗素子を備えていることを特徴とする請求項 5 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 20】 前記液晶の動作モードが正の誘電率異方性を持つ液晶をねじれ配向させた TN モードであることを特徴とする請求項 1 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 21】 前記液晶が自発カイカル性であることを特徴とする請求項 20 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 22】 前記液晶が非自発カイカル性であることを特徴とする請求項 20 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 23】 前記液晶の動作モードが正の誘電率異方性を持つ液晶を一様に配向させたホモニアスモードであることを特徴とする請求項 1 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 24】 前記液晶の動作モードが負の誘電率異方性を持つ液晶をホモオトロピック（垂直）配向させた VA モードであることを特徴とする請求項 1 記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項 25】 前記画素電極が四角形から成る複数の

微小画素電極から形成され、前記四角形の1辺に沿って制御電極が配置しており、残りの3辺が開口部もしくは画素電極端部となっていることを特徴とする請求項1、2又は3記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項26】 前記画素電極が四角形から成る複数の微小画素電極から形成され、前記四角形の2辺に沿って制御電極が配置しており、残りの2辺が開口部もしくは画素電極端部となっていることを特徴とする請求項1、2又は3記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項27】 前記四角形は略正方形から成ることを特徴とする請求項25又は26記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項28】 前記画素電極が三角形から成る複数の微小画素電極から形成されており、前記三角形の2辺に沿って制御電極が配置しており、残りの1辺が開口部もしくは画素電極端部開口部となっていることを特徴とする請求項1、2又は3記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項29】 前記画素電極が三角形から成る複数の微小画素電極から形成されており、前記三角形の1辺に沿って制御電極が配置しており、残りの2辺が開口部もしくは画素電極端部開口部となっていることを特徴とする請求項1、2又は3記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項30】 前記画素電極が五角形から成る複数の微小画素電極から形成されており、前記五角形の2辺に沿って制御電極が配置しており、残りの3辺が開口部もしくは画素電極端部開口部となっていることを特徴とする請求項1、2又は3記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項31】 前記画素電極が複数の微小画素電極から形成されており、該微小画素電極は請求項25乃至30のいずれか1に記載の微小画素電極が2種類以上組み合わせられて構成されていることを特徴とする請求項1、2又は3記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項32】 共通電極の電圧を基準として、前記制御電極に印加される制御電極電圧の前記画素電極に印加される画素電極電圧に対する比が、1.1～1.4に設定されることを特徴とする請求項27記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項33】 前記制御電極電圧の前記画素電極電圧に対する比が、1.2～1.4に設定されることを特徴とする請求項32記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項34】 前記制御電極電圧の前記画素電極電圧に対する比が、略1.3に設定されることを特徴とする請求項33記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項35】 液晶が略単一の配向となる微小配向領域サイズが、略20 μ m平方以下であることを特徴とする請求項27記載の液晶表示装置。

【請求項36】 液晶が略単一の配向となる微小配向領

域サイズが、略40 μ m平方以上であることを特徴とする請求項27記載の液晶表示装置。

【請求項37】 液晶が略単一の配向となる微小配向領域サイズが、20～40 μ m平方であることを特徴とする請求項27記載の液晶表示装置。

【請求項38】 前記画素電極あるいは制御電極のいずれか一方に電気的に接続された結合容量端子と、該結合容量端子が接続されない他方のいずれかの電極とを、ゲート絶縁膜を介して重畳させることにより、前記結合容量の少なくとも一部を構成することを特徴とする請求項11又は12記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項39】 前記画素電極あるいは共通容量ラインのいずれか一方に電気的に接続された付加容量端子と、該付加容量端子が接続されない他方のいずれかとを、保護絶縁膜を介して重畳させることにより、前記付加容量の少なくとも一部を構成することを特徴とする請求項7記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項40】 前記画素電極あるいは共通容量ラインのいずれか一方に電気的に接続された付加容量端子と、該付加容量端子が接続されない他方のいずれかとを、ゲート絶縁膜を介して重畳させることにより、前記付加容量の少なくとも一部を構成することを特徴とする請求項7記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項41】 任意の画素の前段に対応するゲートバスラインに、前記画素電極に蓄積された電荷を放電するための放電用素子を配置したことを特徴とする請求項1記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項42】 前記画素電極に設けられた開口部のうち、下層に配置された制御電極からの制御電界が作用する開口部に対応する部位の保護絶縁膜を除去したことを特徴とする請求項41記載のマルチドメイン液晶表示装置。

【請求項43】 一対の基板間に挟持された液晶と、該基板の一方側にマトリックス状に配置された複数の画素とを有し、該画素の各々に、スイッチング素子と、画素電極と、前記液晶に対して斜め方向の電界を発生させて複数の配向領域を1画素内に形成するための制御電極とを備えるマルチドメイン液晶表示装置であって、前記制御電極は前記スイッチング素子の一つの端子に接続されて、前記画素電極は前記制御電極との間に結合容量を有し、前記制御電極には、対応する前記スイッチング素子を介して信号電圧が印加され、前記画素電極には前記結合容量を介して前記信号電圧の分圧が印加されることを特徴とするマルチドメイン液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、マルチドメイン液晶表示装置に係り、詳しくは、視角特性の優れたマルチドメイン液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来広く使用されているねじれネマティック（Twisted Nematic；以下“TN”と称する）型の液晶表示装置においては、液晶分子が基板表面に平行になってねじれている電圧非印加時の「白」表示状態から、印加電圧に応じて液晶分子が電界方向に配向ベクトルの向きを変化させていくことにより、「白」表示状態から次第に「黒」表示状態となる。しかし、この電圧印加による液晶分子の挙動により、TN型液晶表示装置の視野角が狭いという問題がある。この視野角が狭いという問題は、中間調表示における液晶分子の立ち上がり方向において特に著しくなる。

【0003】液晶表示装置の視野特性を改善する方法として、特開平6-43461号公報に開示されているような技術が提案されている。図47は、同公報に開示された技術による液晶表示装置の構成の一例を説明する模式的部分断面図である。この技術では、負の誘電率異方性を有する液晶21をホメオトロピック（垂直）配向させた液晶セルを作成し、偏光軸が直交するように設置した2枚の偏向板（図示せず）の間に挟み、開口部74を有する共通電極81を使用することにより、各画素内に斜めに電界を集中させ、これにより各画素を2個以上のドメイン、いわゆるマルチドメインとし、視角特性を改善している。また、この技術において、必要に応じて光学補償板を使用し、黒の視角特性を改善することもできる。さらに、ホメオトロピック配向させた液晶セルのみならず、TN配向させたセルにおいても、開口部を有する共通電極を使用することにより、斜め電界を発生させて各画素を2個以上のドメインに分割し、視角特性を改善している。

【0004】また、特開平7-199190号公報で開示された技術においては、共通電極に開口部（配向制御窓）を設けると共に、画素電極を取り囲むように配向制御電極を設け、画素電極周辺部での斜め電界を強調して液晶ドメインを安定化している。

【0005】この他、特開平7-230097号公報では、画素電極上にゲートラインと一体の配向制御電極を設け、この配向制御電極からの斜め電界によって各画素を2個以上の液晶ドメインとし、視角特性を改善している。

【0006】また、特開平10-20323号公報で開示された技術においては、画素電極に開口部を設け、その開口部の位置に制御電極を配置して、複数の液晶ドメインを形成する技術を開示している。

【0007】また、特開平10-301114号公報には、誘電率が負の液晶をホメオトロピック配向させた液晶セルにおいて、配向膜に突起を設け、この突起によって電圧印加時の液晶の傾斜方向を制御し、2つ以上の液晶ドメインに分割して動作させる技術が考案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながらこれらの技術の内、特開平6-43461号公報に開示されているような、共通電極に開口部を有する技術においては、通常の、モノドメインタイプのTN型液晶表示装置の製造工程では必要とされない、“共通電極に対するフォトリソ工程等の微細加工工程”が必要となると共に、上下基板の高度な貼り合わせ術が必要とされるという問題がある。この問題は、薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor；TFT）等のスイッチング素子を用いたアクティブマトリクス液晶表示装置の場合、特に大きな問題である。すなわち、通常のアクティブマトリクス液晶表示装置では、一方の透明基板（TFT基板）上に薄膜トランジスタ等のスイッチング素子（能動素子）を製造するため、フォトリソ工程等の微細加工工程が必要とされるのは、スイッチング素子を製造する片側のTFT基板のみであり、通常「共通電極」と称される他の透明基板（対向基板）側の電極においては微細加工を施す必要はなく、全面に共通電極が形成されているのみである。ところが、共通電極に開口部を有する従来技術においては、通常は微細加工が必要とされていない「共通電極」についても、フォトリソ工程等の微細加工工程が必要とされ、工程が増加すると共に、上下基板の高度な貼り合わせ術が必要とされることになる。

【0009】このような問題から、例えばTFT等のスイッチング素子が形成されたTFT基板の側にある画素電極に、開口部あるいはスリット等を設け、斜め電界を発生させて液晶の配向を制御しようという技術が考えつく。これは、TFT基板側の画素電極はもともとパターンニングを必要とするため、この場合には付加工程を必要としないからである。しかしながら、この構成においては安定した液晶ドメインの制御はできない。なぜならば、特開平6-43461号公報のように共通電極に開口部を設けた場合の開口部周辺での電界の傾斜は、画素電極の周辺における電界の傾斜方向と整合する（図47参照）のに対し、TFT基板側の画素電極に開口部を設けた場合には開口部周辺での電界の傾斜が画素電極周辺における電界の傾斜方向と整合しないからである。

【0010】特開平7-199190号公報に開示されているように、制御電極を画素電極の周辺に設けた場合には、画素電極周辺での電界の傾斜を強調することができるが、この場合にも反対側の基板において共通電極に開口部を設けなければならない、上述の問題を解決する必要がある。

【0011】一方、特開平7-230097号公報に記載されているように、画素電極上に制御電極を配置して、その制御電極の電位を適当に定めれば、斜め電界を発生させられる。しかしながら、画素電極電位の極性を一定の周期で反転させるいわゆる反転駆動時においては、画素電極電位の極性の変化によって斜め電界の発生

状況も変化するため、安定で確実な液晶ドメインの制御はできない。また、この構成においては、制御電極がゲートバスラインと一体であるため、制御電極電位を画素の点灯・非点灯に応じて変化させることはできず、すなわち、画素が非点灯（暗表示）の時に制御電極電位には斜め方向の電界が発生してしまい、この電界によって制御電極周辺において光漏れが生じ、表示コントラストの低下を導く。この光漏れを遮蔽するために遮光層を設けた場合には大幅な開口率の低下につながる。さらには、通常、ゲートバスラインには、その選択期間を除く期間において、共通電極に対してDCの電圧が印加されているため、制御電極がゲートバスラインと一体である場合には、表示領域内の液晶層にDC電圧を印加し続けることになり、表示素子の信頼性を悪化させるという問題が生ずる。

【0012】特開平10-20323号公報に示されたような、画素電極に開口部を設けてその位置に制御電極を配置する技術においても、表示動作時に制御電極電位を画素毎に制御する手段を有さないため、特開平7-230097号公報記載の技術と同様に、安定で確実な液晶ドメインの制御ができないという問題がある。

【0013】特開平7-230097号公報及び特開平10-20323号公報に記載された技術における上記のような問題を解決する手段として、例えば、各々の画素毎に個別に設けられた制御電極を、各々の画素に設けられた個別のスイッチング素子で制御する方法が考えられるが、この構成においては、画素電極と制御電極とに対応して個別のスイッチング素子及びドレインバスラインを設ける必要があり、したがって、素子構成が複雑化し、製造コストや製造歩留まりの点から現実的ではない。

【0014】また、特開平10-301114号公報に記載されたように配向膜に突起を設ける方法では、その突起による領域分割の効果は突起の近傍にしか働かない。よって、確実な領域分割を実現するためには、スイッチング素子が形成される片側のTFT基板の配向膜だけでなく、対向基板側の配向膜にも突起を設けなければならない、やはり大幅に工程が増加し、また両基板の正確な貼り合わせを要するという問題点があった。

【0015】この発明は、上述の事情に鑑みてなされたもので、上記のような従来技術の問題、すなわち、共通電極の微細加工工程等の煩雑な工程を増加させたり、高度な貼り合わせ技術を要求することなく、高コントラストで、視角特性の優れたマルチドメイン液晶表示装置を提供することを目的としている。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、一対の基板間に挟持された液晶と、該基板の一方側に形成され横方向に延びる複数本のゲートバスライン及び縦方向に延びる複数本のドレ

インバスラインとを有し、複数の画素が上記ゲートバスラインと上記ドレインバスラインとの交点の各々に対応してマトリクス状に配置され、上記画素の各々に、スイッチング素子と、画素電極と、上記液晶に対して斜め方向の電界を発生させて複数の配向領域を1画素内に形成するための制御電極とを備えるマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記制御電極は上記スイッチング素子の一つの端子に接続されて、上記画素電極は上記制御電極との間に結合容量を有し、上記制御電極には、対応する上記ゲートバスライン選択時に、対応する上記スイッチング素子を介して対応する上記ドレインバスラインから信号電圧が印加され、上記画素電極には上記結合容量を介して上記信号電圧の分圧が印加されることを特徴としている。

【0017】また、請求項2記載の発明は、請求項1記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極と上記制御電極とは絶縁膜を介して上記画素電極が下層となるように構成されていることを特徴としている。

【0018】また、請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極に開口部が形成されていることを特徴としている。

【0019】また、請求項4記載の発明は、請求項3記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記制御電極は上記開口部より上記液晶の配向状態を制御する電界を作用させることを特徴としている。

【0020】また、請求項5記載の発明は、請求項1乃至4のいずれか1に記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極に対し容量を付加するための共通容量ラインを備えたことを特徴としている。

【0021】また、請求項6記載の発明は、請求項5記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記開口部に相当する位置に上記共通容量ラインが配置されていることを特徴としている。

【0022】また、請求項7記載の発明は、請求項5又は6記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極と上記共通容量ラインとの間に、所定容量の付加容量を備えていることを特徴としている。

【0023】また、請求項8記載の発明は、請求項1乃至7のいずれか1に記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記制御電極の少なくとも一部が透明電極から成ることを特徴としている。

【0024】また、請求項9記載の発明は、請求項8記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記制御電極は、液晶層の両側にそれぞれ四分の一波長板を有しており、該四分の一波長板の光軸が互いに直交するように配置されていることを特徴としている。

【0025】また、請求項10記載の発明は、請求項1記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記液晶の両側にそれぞれ四分の一波長板を有しており、該四分の

一波長板の光軸が互いに直交するように配置されていることを特徴としている。

【0026】また、請求項11記載の発明は、請求項1乃至10のいずれか1に記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記スイッチング素子はボトムゲート構造のTFTであることを特徴としている。

【0027】また、請求項12記載の発明は、請求項1乃至10のいずれか1に記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記スイッチング素子はトップゲート構造のTFTであることを特徴としている。

【0028】また、請求項13記載の発明は、請求項11又は12記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記絶縁膜は上記TFTを保護する絶縁膜と一体的に形成されていることを特徴としている。

【0029】また、請求項14記載の発明は、請求項12又は13記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記制御電極が上記TFTのソース端子と一体的に形成されていることを特徴としている。

【0030】また、請求項15記載の発明は、請求項3記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記開口部が窓状に形成されていることを特徴としている。

【0031】また、請求項16記載の発明は、請求項3記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記開口部が上記画素電極の片側あるいは両側から切り込みを入れるように形成されていることを特徴としている。

【0032】また、請求項17記載の発明は、請求項1記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極と上記制御電極との間に、上記画素電極に蓄積された電荷を放電するための抵抗素子を備えていることを特徴としている。

【0033】また、請求項18記載の発明は、請求項17記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記抵抗素子は実質的に有限の抵抗値を有していることを特徴としている。

【0034】また、請求項19記載の発明は、請求項5記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極と上記共通容量ラインとの間に、実質的に有限の抵抗値を有する抵抗素子を備えていることを特徴としている。

【0035】また、請求項20記載の発明は、請求項1記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記液晶の動作モードが正の誘電率異方性を持つ液晶をねじれ配向させたTNモードであることを特徴としている。

【0036】また、請求項21記載の発明は、請求項20記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記液晶が自発カイカル性であることを特徴としている。

【0037】また、請求項22記載の発明は、請求項20記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記液晶が非自発カイカル性であることを特徴としている。

【0038】また、請求項23記載の発明は、請求項1

記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記液晶の動作モードが正の誘電率異方性を持つ液晶を一様に配向させたホモニアスモードであることを特徴としている。

【0039】また、請求項24記載の発明は、請求項1記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記液晶の動作モードが負の誘電率異方性を持つ液晶をホモトロピック（垂直）配向させたVAモードであることを特徴としている。

【0040】また、請求項25記載の発明は、請求項1、2又は3記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極が四角形から成る複数の微小画素電極から形成され、上記四角形の1辺に沿って制御電極が配置しており、残りの3辺が開口部もしくは画素電極端部となっていることを特徴としている。

【0041】また、請求項26記載の発明は、請求項1、2又は3記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極が四角形から成る複数の微小画素電極から形成され、上記四角形の2辺に沿って制御電極が配置しており、残りの2辺が開口部もしくは画素電極端部となっていることを特徴としている。

【0042】また、請求項27記載の発明は、請求項25又は26記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記四角形は略正方形から成ることを特徴としている。

【0043】また、請求項28記載の発明は、請求項1、2又は3記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極が三角形から成る複数の微小画素電極から形成されており、上記三角形の2辺に沿って制御電極が配置しており、残りの1辺が開口部もしくは画素電極端部開口部となっていることを特徴としている。

【0044】また、請求項29記載の発明は、請求項1、2又は3記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極が三角形から成る複数の微小画素電極から形成されており、上記三角形の1辺に沿って制御電極が配置しており、残りの2辺が開口部もしくは画素電極端部開口部となっていることを特徴としている。

【0045】また、請求項30記載の発明は、請求項1、2又は3記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極が五角形から成る複数の微小画素電極から形成されており、上記五角形の2辺に沿って制御電極が配置しており、残りの3辺が開口部もしくは画素電極端部開口部となっていることを特徴としている。

【0046】また、請求項31記載の発明は、請求項1、2又は3記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極が複数の微小画素電極から形成されており、該微小画素電極は請求項25乃至30のいずれか1に記載の微小画素電極が2種類以上組み合わせられて構成されていることを特徴としている。

【0047】また、請求項32記載の発明は、請求項27記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、共通電極

の電圧を基準として、上記制御電極に印加される制御電極電圧の上記画素電極に印加される画素電極電圧に対する比が、1. 1～1. 4に設定されることを特徴としている。

【0048】また、請求項33記載の発明は、請求項32記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記電極電圧の上記画素電極電圧に対する比が、1. 2～1. 4に設定されることを特徴としている。

【0049】また、請求項34記載の発明は、請求項33記載のマルチドメイン表示装置に係り、上記制御電極電圧の上記画素電極電圧に対する比が、略1. 3に設定されることを特徴としている。

【0050】また、請求項35記載の発明は、請求項27記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、液晶を略単一の配向となる微小配向領域サイズが、略20 μm 平方以下であることを特徴としている。

【0051】また、請求項36記載の発明は、請求項27記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、液晶が略単一の配向となる微小配向領域サイズが、略40 μm 平方以上であることを特徴としている。

【0052】また、請求項37記載の発明は、請求項27記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、液晶が略単一の配向となる微小配向領域サイズが、20～40 μm 平方であることを特徴としている。

【0053】また、請求項38記載の発明は、請求項11又は12記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極あるいは制御電極のいずれか一方に電気的に接続された結合容量端子と、該結合容量端子が接続されない他方のいずれかの電極とを、ゲート絶縁膜を介して重畳させることにより、上記結合容量の少なくとも一部を構成することを特徴としている。

【0054】また、請求項39記載の発明は、請求項7記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極あるいは共通容量ラインのいずれか一方に電気的に接続された付加容量端子と、該付加容量端子が接続されない他方のいずれかとを、保護絶縁膜を介して重畳させることにより、上記付加容量の少なくとも一部を構成することを特徴としている。

【0055】また、請求項40記載の発明は、請求項7記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極あるいは共通容量ラインのいずれか一方に電気的に接続された付加容量端子と、該付加容量端子が接続されない他方のいずれかとを、ゲート絶縁膜を介して重畳させることにより、上記付加容量の少なくとも一部を構成することを特徴としている。

【0056】また、請求項41記載の発明は、請求項1記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、任意の画素の前段に対応するゲートバスラインに、上記画素電極に蓄積された電荷を放電するための放電用素子を配置したことを特徴としている。

【0057】また、請求項42記載の発明は、請求項41記載のマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記画素電極に設けられた開口部のうち、下層に配置された制御電極からの制御電界が作用する開口部に対応する部位の保護絶縁膜を除去したことを特徴としている。

【0058】また、請求項43記載の発明は、一対の基板間に挟持された液晶と、該基板の一方側にマトリックス状に配置された複数の画素とを有し、該画素の各々に、スイッチング素子と、画素電極と、上記液晶に対して斜め方向の電界を発生させて複数の配向領域を1画素内に形成するための制御電極とを備えるマルチドメイン液晶表示装置に係り、上記制御電極は上記スイッチング素子の一つの端子に接続されて、上記画素電極は上記制御電極との間に結合容量を有し、上記制御電極には、対応する上記スイッチング素子を介して信号電圧が印加され、上記画素電極には上記結合容量を介して上記信号電圧の分圧が印加されることを特徴としている。

【0059】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施の形態について説明する。説明は、実施例を用いて具体的にを行う。

◇第1実施例

図1は、この発明の第1実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の画素（繰返し単位）の構成を示す模式的平面図、図2は図1のA-A'における模式的部分断面図、図3は図1のB-B'における模式的部分断面図、図4は図1のC-C'における模式的部分断面図、また、図5は同マルチドメイン液晶表示装置の画素の等価回路図、図6及び図7は同マルチドメイン液晶表示装置の製造方法を工程順に示す工程図である。この例のマルチドメイン液晶表示装置は、図1～図5に示すように、横方向に延びる複数本のゲートバスライン55と、縦方向に延びる複数本のドレインバスライン56とで囲まれる領域の単位によって1画素が構成されており、各画素は第1の基板11上に、上下左右方向にマトリックス状に繰返されて配置されている。

【0060】各画素はTFT54、画素電極71、制御電極73を有している。TFT54はゲートがソース及びドレインよりも下部位置に配置されたボトムゲート構造になっていて、活性層（半導体層）としてアモルファスシリコンやポリシリコン等の使用が可能であり、セルフアライン技術によって形成することができる。画素電極71は電気的にフローティングであり、制御電極73及び共通容量ライン72とそれぞれ層間絶縁膜63、ゲート絶縁膜61を介して結合容量126、付加容量127を形成している。TFT54は保護絶縁膜65で覆われている。層間絶縁膜63、ゲート絶縁膜61及び保護絶縁膜65は窒化シリコン等が使用される。ここで、共通容量ライン72は画素電極71に対して容量を付加するために設けられている。

【0061】これら結合容量126、付加容量127の容量は層間絶縁膜63、ゲート絶縁膜61の材質、大きさ及び厚さ等のパラメータにより所望の値に設定することができる。画素電極71及び制御電極73は透明電極から成り、ITO (Indium Tin Oxide)等の材料が使用される。制御電極73はTFT54のソース端子57に接続されている。制御電極73はTFT54のソース端子と一体的に形成することも可能である。ゲートバスライン55、ソース端子57、ドレイン端子58、共通容量ライン72はクロム等の金属膜が使用される。第2の基板12上には共通電極81が形成されており、第1の基板11に対して所定の間隔をもって対向するように重ね合わされている。両基板11、12間には液晶20が挟持されている。TFT54はボトムゲート構造として示されているが、後述の第5実施例のように、ゲートがソース及びドレインよりも上部位置に配置されたトップゲート構造でもよい。

【0062】また、この例では画素電極71に対して容量を付加するための共通容量ライン72が設けられた構成となっているが、図5における画素電極71と制御電極73との間の結合容量126と、画素電極71と共通電極81との間の液晶容量125とで必要な電位差が得られれば、特に共通容量ライン72を設ける必要はない。

【0063】この例においては、ゲートバスライン55が選択された瞬間に、ドレインバスライン56からTFT54を介して信号電圧が、ソース端子57に接続された制御電極73に書き込まれる。この時、フローティングである画素電極71の電位は、結合容量126と、付加容量127及び液晶容量125との容量比にしたがって、制御電極73と共通容量ライン72との間の所定電位に定まる。共通容量ライン72は例えば第2の基板12上の共通電極81と同電位となるように構成してもよく、また、前段のゲートバスライン等に接続してもよい。この例においては、制御電極73、画素電極71、共通電極81の電位の関係が、この列記の順あるいはその逆順となるため、画素電極71及び制御電極73と、共通電極81との間に発生する液晶駆動電界E1は、図3に示すように、制御電極73から外側に広がるように斜めに発生する。

【0064】以下、誘電率異方性が負の液晶をホメオトロピック配向させたVA (Vertical Alignment) モードの場合を例にとりてその動作について説明する。第1の基板11と第2の基板12との間に介在する液晶20 (あるいは液晶分子21) は液晶駆動電界E1によりその配向状態を変化させる。この例においては、上述のように液晶駆動電界E1が制御電極73から外側に広がるように発生するため、図3及び図4に示すように、液晶分子21は制御電極73の両側で異なる方向に配向方向を変化させる。このため、液晶分子21

の傾く方向が異なる領域 (液晶ドメイン) が互いに視角特性を補償しあい、全体として対称で良好な視角特性を得ることができる。なお、ここの記述において、便宜上、バルクで見た液晶を液晶20とし、個々の液晶分子を液晶分子21と記述したが、この違いはこの発明においてはさほど重要ではない。

【0065】上述のようにこの例においては、液晶20の動作モードは、負の誘電率異方性を有する液晶をホメオトロピック配向させたVAモードの場合の例で説明したが、これ以外の、正の誘電率異方性を持つ液晶ねじれ配向させたTNモードでも、正の誘電率異方性を持つ液晶を一樣に配向させたホモジニアスモードでもよい。TNモードとした場合には、液晶が自発カイラル性でもよく、非自発カイラル性としてもよい。非自発カイラル性とした場合には、上述の液晶駆動電界E1により、カイラル方向が異なる複数の領域に分かれて動作させることができる。液晶ドメインを安定化するために、液晶に高分子化合物を混合させることも可能である。また、液晶にモノマーを加え、ドメインを作成した後、高分子化して、ドメインを安定化させることもできる。

【0066】図4に示すように、画素電極71に適当な開口部74を設けることにより、液晶ドメインの形成をより確実にすることもできる。開口部74は、窓状に形成しても、画素電極71の片側あるいは両側から切り込みを入れるように形成してもよい。もちろん、開口部74を設けなくてもこの発明の目的を達成することができる。後述の第4実施例のように第1の基板11あるいは第2の基板12上に色層 (図示せず) や遮光層 (図示せず) を設けることも可能である。なお、共通容量ライン72の一部あるいは全体を透明電極により構成することも可能である。

【0067】次に、図6及び図7を参照して、この例のマルチドメイン液晶表示装置の製造方法について、工程順に説明する。まず、図6(a)に示すように、ガラスから成る第1の基板11の全面にクロムをスパッタ成膜し、フォトリソグラフィ技術を用いて、クロムを所望の形状にパターニングして、ゲートバスライン55及び共通容量ライン72を形成した。続いて、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法により、全面に窒化シリコンを成膜してゲート絶縁膜61を形成した。

【0068】次に、図6(b)に示すように、CVD法により全面にアモルファスシリコンを成膜した後、フォトリソグラフィ技術によりアモルファスシリコンを所望の形状にパターニングして活性層64を形成した。次に、全面にクロムをスパッタ成膜した後、フォトリソグラフィ技術によりクロムを所望の形状にパターニングして、ドレインバスライン56、ドレイン端子58、ソース端子57を形成した。次に、ITOを全面にスパッタ成膜した後、フォトリソグラフィ技術によりITO

を所望の形状にパターンニングして、開口部74を有する画素電極71を形成した。この画素電極71は、上述したようにフローティングとなる。以上により、第1の基板11上にTFT54を形成した。

【0069】次に、図7(c)に示すように、CVD法により全面に窒化シリコンを成膜した後、フォトリソグラフィ技術により窒化シリコンを所望の形状にパターンニングして、層間絶縁膜63及びTFT54の保護絶縁膜65を形成すると共に、ソース端子57を露出するようにコンタクトホール59を形成した。この場合、層間絶縁膜63及び保護絶縁膜65が一体となるように形成してもよい。次に、ITOを全面にスパッタ成膜した後、フォトリソグラフィ技術によりITOを所望の形状にパターンニングして、制御電極73を形成した。この制御電極73は、コンタクトホール59を介してソース端子57に接続される。

【0070】次に、図7(d)に示すように、ガラスから成る第2の基板12上に、印刷法等によりR(Red)、G(Green)、B(Black)の色層及びブラックマトリクス(図示せず)を形成し、その上にITOをスパッタ成膜した後、フォトリソグラフィ技術によりITOを所望の形状にパターンニングして共通電極81を形成した。

【0071】以上のようにして用意した第1の基板11及び第2の基板12に、それぞれ垂直配向用の配向膜(図示せず)を形成した。配向膜材料としては日産化学社製SE-1211を使用した。次に、第1の基板11上にシール材(図示せず)を線状に塗布すると共に、第2の基板12上に球状スペーサー(図示せず)を散布し、両基板11、12を互いに貼り合わせ、加熱によりシール材を硬化させた。次に、シール材により第1の基板11と第2の基板12とが一体化された構造を、個々のパネルの形状に切断した後、誘電率異方性が負のネマティック液晶を注入孔から注入した後、注入孔を光硬化樹脂で封止した。次に、パネルの両側に負の補償フィルムを貼り付けた後、さらに偏向板をその透過軸が互いに直交するように両面に貼り付け、周辺駆動回路を取り付けてモジュール化して、図1～図4に示したような、この例のマルチドメイン液晶表示装置を完成させた。

【0072】以上のような製造方法により製造されたマルチドメイン液晶表示装置の各構成要素の平面形状は図1の通りであり、同画素のサイズは横略100 μ m×縦略300 μ mである。各構成要素の平面形状は図1の形状に限定されるものではなく、後述の図20に示すように種々の形状が考えられる。

【0073】この例のマルチドメイン液晶表示装置において、偏向板をその透過軸を互いに直交させて配置した場合には、主要な液晶配向領域の各々において、液晶分子21の傾斜方向が両側の偏向板透過軸を2等分する方向、すなわち、上下左右の各方向と一致するために、液

晶駆動電界E1の印加によって良好な明状態を表示できるが、各々の液晶配向領域の境界部分には、暗線を生じることがある。暗線の発生原因については、後述の第2実施例で説明する。暗線の発生が問題となる場合には、偏光板と液晶20との間に四分の一波長板と称される光学異方性媒体を挿入して、液晶層に円偏向が入射するように構成することにより暗線の発生を解消することもできる。また、この場合、制御電極73が透明電極から構成されていてもよい。

【0074】このように、この例のマルチドメイン液晶表示装置によれば、制御電極73はスイッチング素子となるTFT54の一つの端子であるソース端子57に接続されて、開口部74が形成された画素電極71は制御電極73との間に結合容量126を有し、画素電極71には結合容量126を介して信号電圧の分圧が印加されるので、動作時に制御電極73の周辺及び画素電極71の周辺に発生する斜め方向の電界の作用により、液晶を複数の領域に分かれさせて動作させることができる。したがって、共通電極の微細加工工程等の煩雑な工程を増加させたり、高度な貼り合わせ技術を要求することなく、高コントラストで、視角特性の優れたマルチドメイン液晶表示装置を提供することができる。

【0075】◇第2実施例

図8は、この発明の第2実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の構成を示す模式的平面図、図9は図8のD-D'における模式的断面図、図10は図8のE-E'における模式的断面図である。この例のマルチドメイン液晶表示装置の構成が、上述した第1実施例の構成と大きく異なるところは、層間絶縁膜を介して制御電極が画素電極よりも下層となるように形成するようにした点である。すなわち、この例のマルチドメイン液晶表示装置は、図8～図10に示すように、第1の基板11上に、画素(図8に示す構造)が上下左右方向にマトリクス状に繰り返されて配置されていて、窒化シリコン等から成る層間絶縁膜63を介して、ITO等から成る制御電極73が同様にITO等から成る画素電極71よりも下層に形成されている。画素電極71は、第1実施例と同様にフローティングになっている。制御電極73はTFT54のソース端子57と一体的に形成することも可能であり、この場合は製造工程上は有利となるが、通常ソース端子57は前述したようにクロム等の不透明金属により形成されるため、素子の光透過率が減少する欠点が避けられない。一方、制御電極73を上述のようにITO等の透明電極により構成した場合には、図8に示すように、例えば結合容量126の容量値が十分に大きくなるように画素電極71との重畳部を大きく取っても、十分な開口率を確保できる。

【0076】この例では、上述したように制御電極73は画素電極71より下層にあるが、画素電極71には開口部74が設けられており、制御電極73からの電界

は、開口部74を通して液晶に作用するので、液晶を複数の領域に分かれさせて動作させることができる。また、第1実施例と同様にボトムゲート構造に限らず、トップゲート構造にも適用することができる。これ以外、上述した第1実施例と略同様である。それゆえ、図8～図10において、図1～図5の構成部分と対応する各部には、同一の番号を付してその説明を省略する。

【0077】この例における画素電極71の開口部74は、第1実施例と同様に、窓状に形成しても、画素電極71の片側あるいは両側から切り込みを入れるように形成してもよい。画素電極71には、制御電極73からの電界を作用させる部位以外にも、適当な開口部74を設けることにより、液晶ドメインの形成をより確実にすることができる。制御電極73からの電界を作用させる開口部74においては、液晶駆動電界E1が開口部74から広がるように作用するが、開口部74において制御電極73が存在しない場合、あるいは、図8あるいは図9に示すように開口部74において共通容量ライン72が存在する場合には、液晶駆動電界E1は開口部74の幅の中心に収束するように作用する。

【0078】図11は、この例における、マルチドメイン状の液晶配向を模式的に示す図であり、図8の画素電極71及び制御電極73を含む部分の配向状態を示している。図11に示されるように、画素電極71の開口部74を境界としては液晶分子21の傾く方向が異なる領域が形成されており、各々の領域境界においては、液晶の弾性により液晶分子21の配向方位は連続的に変化している。

【0079】この例においては、第1の基板11及び第2のそれぞれの外側に偏光板が配置される。両側の偏光板の透過軸方向の組み合わせは、種々可能であるが、なかでも、両側の偏光板透過軸を互いに直交させ、かつ、主要な液晶配向領域における液晶分子21の傾斜方位が直交する偏光板透過軸を2等分する方位と一致するように配置することにより、明るくコントラストの高い表示を実現することができる。さらに、負の補償板と称される、面内の屈折率が、面法線方向の屈折率よりも大きいタイプの光学補償板を液晶と偏光板との間に挿入することにより、黒表示時の視角特性をより良くすることができる。

【0080】図12は、この例において、マルチドメイン状の配向状態に対応する、透過光の様子を模式的に示したものであり、図11と同様に、図8の画素電極71及び制御電極73を含む部分の透過光の様子を示している。ここで、画素電極71及び制御電極73は透明電極であるが、共通容量ライン72は、通常、前述したようにクロム等の不透明金属により形成されているため、共通容量ライン72上の領域については、実際には光が透過しないが、液晶配向状態と光透過との関係を説明するために、共通容量ライン72による遮光を無視して示して

いる。

【0081】図12において、偏光板は、その透過軸が図の対角方向となるように互いに直交させて配置してある。このような配置とした場合には、主要な液晶配向領域の各々において、液晶分子21の傾斜方向が両側の偏光板透過軸を2等分する方向、すなわち、図の上下左右の各方向と一致するために、液晶駆動電界E1の印加によって良好な明状態を表示できるが、各々の液晶配向領域の境界部分には、図12に示されるような暗線25を生じる。この暗線25は、液晶分子21の傾斜方向が偏光板透過軸方向と一致する部位に対応する。偏光板透過軸の方向については、液晶がその方位に傾斜しても、光を透過させないため、図12に示されるような暗線25が生じるのである。

【0082】上記のような暗線25は、表示上さほど大きな問題とならないが、例えば、電圧無印加の黒表示状態から電圧を印加して白表示状態へと変化させた際等に、一時的な配向変化すなわち、制御電極73からの電界に規定される方向に液晶分子21が傾く変化に引き続いて、液晶分子21がその傾斜方位を変化させる二次的な配向変化が生じることがあり、このようなケースでは問題となることがある。この場合には、暗線25が発生した後にその形状や幅の変化が見られる。この二次的な配向変化の時間スケールは一時的な配向変化と比較して進行が遅く、該当画素の経時的な光透過率変化を引き起こす。経時的な光透過率の変化には、大きく分けて2つのパターンが起こり得る。一つは、黒から白への変化を実質的に遅くする場合であり、残像の原因となる。また逆に、一度明るくなった後に徐々に暗くなるように変化する場合があり、この場合には定常状態での表示の明るさが不足する。

【0083】上記のように、暗線25の発生が問題となる場合においては、偏光板と液晶20との間に四分の一波長板と称される光学異方性媒体を挿入して、液晶層に円偏光が入射するように構成することにより暗線25の発生を解消することもできる。この例においては、制御電極73が透明電極により形成されているので、この発明暗線25の解消はそのまま素子透過率や応答特性の向上につながる。四分の一波長板としては、ポリカーボネート等の延伸フィルムを単層で、あるいは積層して、用いることができ、液晶層の両側に、互いに光軸が直交するように配置するとよい。広帯域四分の一波長板と称される、複数枚の延伸フィルムを積層して構成したものをを用いる場合には、液晶層の両側で、対応する各層が互いに直交するように配置するとよい。

【0084】なお、通常の駆動方式において一度明るくなって後に徐々に暗くなるような透過率変化がみられる場合でも、動画表示時の画像をシャープにすることを目的として表示の各フレーム毎に黒表示を挿入する駆動を行った場合には、このような経時変化は問題とならな

い。

【0085】この例においても、液晶20の動作は、第1実施例と略同様に行われる。ここで、特にホモジニアスモードの場合に、負の屈折率異方性を有する（光学軸の屈折率が小さい）補償フィルムを、その光学軸が電圧無印加時の液晶の光学軸と一致するように配置したノーマリブラックモードで用いると、良好な視角特性が得られる。このとき補償フィルムのリタデーションと、液晶層のリタデーションとは符号が反対で絶対値が等しくなるようにするとよい。また、2軸性の補償フィルムを用いて表示コントラストや視角特性を向上させることも可能である。

【0086】この例のマルチドメイン液晶表示装置の製造方法は、図6及び図7を参照して説明した第1実施例におけるそれに準じて実施することができる。すなわち、図6（b）において、画素電極71の形成に代えて制御電極73を形成し、図7（c）において、制御電極73の形成に代えて画素電極71を形成するようにすればよい。なお、画素電極71のパターニング時には開口部74も形成する。以上のような製造方法により製造されたマルチドメイン液晶表示装置の各構成要素の平面形状は図6の通りであり、同画素のサイズは横略100 μ m×縦略300 μ mである。各構成要素の平面形状は図6の形状に限定されるものではなく、後述の図20に示すように種々の形状が考えられる。

【0087】このように、この例の構成によっても、第1実施例において述べたのと略同様な効果を得ることができる。

【0088】◇第3実施例

図13は、この発明の第3実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の構成を示す模式的部分断面図（第1実施例の図2に対応）、図14は同マルチドメイン液晶表示装置の画素の等価回路図である。この例のマルチドメイン液晶表示装置の構成が、上述した第1実施例の構成と大きく異なるところは、画素電極を完全なフローティングとならないように形成するようにした点である。すなわち、この例のマルチドメイン液晶表示装置は、図13及び図14に示すように、画素電極71に何らかの原因で電荷が蓄積されるのを防ぐために、図14に示すように画素電極71と制御電極73との間に、結合容量126と並列して実質的に有限の抵抗値を有する結合抵抗135が接続されるように、例えば、第1実施例の層間絶縁膜63の代わりにアモルファスシリコン等の半導体膜62が形成されている。そして、この半導体膜62に適当な不純物イオンをドーピングすることにより所望の抵抗値を得ることができる。

【0089】また、図14の付加容量127に並列に抵抗を接続する場合は、共通容量ライン72と画素電極71との間に層間絶縁膜63の代わりに、上述と同様にアモルファスシリコン等の半導体膜62を形成することに

より有限の結合抵抗を接続してもよい。結合抵抗135は、画素電極71に蓄積される電荷の影響により表示が焼きついたり、動画像を表示した時に液晶の応答時間を越えるような残像が生じたりすることが防げるように、蓄積された電荷の放電がなされるような値となるように設定される。その液晶表示装置の使用形態に応じて、1フレーム表示期間内で放電が完了するようにしたり、数秒から数分の動作休止により放電が完了するようにすることができる。これ以外は、上述した第1実施例と略同様である。それゆえ、図13及び図14において、図1～図5の構成部分と対応する各部には、同一の番号を付してその説明を省略する。

【0090】この例のマルチドメイン液晶表示装置の製造方法は、図6及び図7を参照して説明した第1実施例におけるそれに準じて実施することができる。すなわち、図6（b）及び図7（c）に準じて工程において、CVD法により全面にアモルファスシリコンを成膜した後、フォトリソグラフィ技術によりアモルファスシリコンを所望の形状にパターニングして活性層64を形成する際に、同時に半導体膜62を所望の形状にパターニングして形成すればよい。

【0091】図15は、この例のマルチドメイン液晶表示装置の変形例の画素を示す等価回路である。この変形例は、同図に示すように、各画素電極71と共通容量ライン72とを接続するようにTFT141を形成し、TFT141のゲートを前段のゲートバスライン55に接続することにより、前段のゲートバスライン55が選択された瞬間に共通容量ライン72の電位を画素電極71に書き込むことにより、画素電極71に蓄積された電荷を放電させることができるように構成したものである。

【0092】このように、この例の構成によっても、第1実施例において述べたのと略同様な効果を得ることができる。

【0093】◇第4実施例

図16は、この発明の第4実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の構成を示す模式的部分断面図（第1実施例の図2に対応）である。この例のマルチドメイン液晶表示装置の構成が、上述した第1実施例の構成と大きく異なるところは、画素電極及び制御電極を色層及び遮光層の上に形成するようにした点である。すなわち、この例のマルチドメイン液晶表示装置は、図16に示すように、第1の基板11上に色層91及び遮光層93が形成されており、画素電極71と制御電極73とはその上に形成されて、画素電極71は容量端子75を介して共通容量ライン72と対向している。これ以外は、上述した第1実施例と略同様である。それゆえ、図16において、図1～図5の構成部分と対応する各部には、同一の番号を付してその説明を省略する。

【0094】この例のマルチドメイン液晶表示装置の製造方法は、図6及び図7を参照して説明した第1実施例

におけるそれに準じて実施することができる。すなわち、図6(b)及び図7(c)に準じた工程において、活性層64を形成した後、全面にクロムをスパッタ成膜した後、フォトリソグラフィ技術によりクロムを所望の形状にパターンニングして、ドレインバスライン56、ドレイン端子58、ソース端子57を形成すると同時に容量端子75を形成した。さらに、窒化シリコンによりTFT54の保護絶縁膜65を形成し、ブラックレジストを用いて遮光層93を形成し、カラーレジストを用いてR、G、Bの色層91を形成した。続いて、オーバーコート層92を形成して平坦化し、画素電極71、層間絶縁膜63、制御電極73を形成した。制御電極73はソース端子57に、画素電極71は容量端子75に、それぞれコンタクトホールを通して接続されている。画素電極73は容量端子75に接続されている状態でフローティングとなっている。

【0095】画素電極71と制御電極73との間に半導体膜62を形成することにより、第3実施例と略同様に画素電極71を完全なフローティングとしないことも可能である。

【0096】このように、この例の構成によっても、第1実施例において述べたのと略同様な効果を得ることができる。

【0097】◇第5実施例

図17は、この発明の第5実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の画素の構成を示す模式的平面図、図18は図17のF-F'における模式的断面図、図19は図17のG-G'における模式的断面図である。この例のマルチドメイン液晶表示装置の構成が、上述した第1実施例の構成と大きく異なるところは、スイッチング素子としてのTFTをトップゲート構造に形成するようにした点である。すなわち、この例のマルチドメイン液晶表示装置は、図17～図19に示すように、TFT54は、ゲートバスライン55がソース端子57及びドレイン端子58よりも上部位置に配置されたトップゲート構造に形成されている。これ以外は、上述した第1実施例と略同様である。それゆえ、図17～図19において、図1～図5の構成部分と対応する各部には、同一の番号を付してその説明を省略する。

【0098】この例のマルチドメイン液晶表示装置の製造方法は、図6及び図7を参照して説明した第1実施例におけるそれに準じて実施することができる。すなわち、図6(a)乃至図7(c)に準じた工程において、第1の基板11上に、クロムを成膜してパターンニングすることにより、ドレインバスライン56、ドレイン端子58、ソース端子57、制御電極73を同時に形成し、続いてアモルファスシリコン層、絶縁層、クロムスパッタ膜を成膜し、これらをまとめてパターンニングすることによりTFT54を形成した。さらに窒化シリコンから成る層間絶縁膜63を成膜し、続いてITOをスパッタ

成膜してパターンニングすることにより画素電極71を形成した。画素電極71はフローティングとし、また、制御電極73の位置に整合して開口部74を設けた。次に酸化シリコンとITOを連続的にスパッタ成膜してまとめてパターンニングすることによりゲート絶縁膜61と共通容量ライン72を形成した。

【0099】この例によれば、TFT54の構造がボトムゲート構造からトップゲート構造に代わっただけで、図19に示すように、図10を参照して説明した第2実施例と略同様のマルチドメインを形成することができる。

【0100】ここでも、画素電極71と制御電極73との間の層間絶縁膜63あるいは画素電極71を共通容量ライン72との間のゲート絶縁膜61に代えて半導体膜62を形成することにより、第3実施例と略同様に画素電極71を完全なフローティングとしないことも可能である。

【0101】このように、この例の構成によっても、第1実施例において述べたのと略同様な効果を得ることができる。

【0102】◇第6実施例

図20は、この発明の第6実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の画素電極と制御電極との組合わせ例の平面形状を示す図、図21及び図22は同マルチドメイン液晶表示装置の画素電極と制御電極との組合わせ例において、基本的な構成の平面形状を示す図、図23は同基本的な構成を同マルチドメイン液晶表示装置に適用した例の平面形状を示す図である。すなわち、この例のマルチドメイン液晶表示装置の画素電極71及び制御電極73の組合わせ例は、図20(a)～(h)に示したように、種々の例が考えられる。ここで、図21(i)～(n)及び図22(o)～(r)の基本的構成例、図23(s)～(y)の適用例の平面形状は、画素電極71及び制御電極73をある平面に射影した図であり、特に制御電極73は画素電極71上に設けられた開口部74から見える部分のみ描いたものである。

【0103】この例においては、制御電極73、画素電極71上に設けられた開口部74及び画素電極71の端部の位置関係が重要である。これらの位置関係を説明するために平面図上でどのような位置関係にあるかを述べることにする。まず、図21(i)～(n)に示した単位電極を用いて、画素電極71、制御電極73、画素電極71端部の基本的な組合わせ例を図21(a)～(r)について述べ、次にこれらの単位電極を実際の液晶表示装置に適用した適用例について、図23(s)～(y)を参照して述べる。説明上、画素電極71と制御電極73とが同一平面上にあるかのごとく述べるが、この例のマルチドメイン液晶表示装置では両電極71、73は異なった平面上に存在する。なおコンタクトホール等を通して導通を確保すればこれらの電極71、73の

一部または全体が同一平面上にある構成も可能である。

【0104】図21(i)の単位電極は、画素電極71が四角形でその画素電極71の1辺に沿って制御電極73が配置しており、画素電極71の残りの3辺が開口部もしくは画素電極端部76となっていることを特徴とする。図21(j)の単位電極は、画素電極71が四角形でその画素電極71の2辺に沿って制御電極73が配置しており、画素電極71の残りの2辺が開口部もしくは画素電極端部76となっていることを特徴とする。図21(k)の単位電極は、画素電極71が四角形でその画素電極71の3辺に沿って制御電極73が配置しており、画素電極71の残りの1辺が開口部もしくは画素電極端部76となっていることを特徴とする。図21

(l)の単位電極は、画素電極71は三角形でその画素電極71の2辺に沿って制御電極73が配置しており、画素電極71の残りの1辺が開口部もしくは画素電極端部76となっていることを特徴とする。図21(m)の単位電極は、画素電極71は三角形でその画素電極71の1辺に沿って制御電極73が配置しており、画素電極71の残りの2辺が開口部もしくは画素電極端部76となっていることを特徴とする。図21(n)の単位電極は、画素電極71は五角形でその画素電極71の2辺に沿って制御電極73が配置しており、画素電極71の残りの3辺が開口部もしくは画素電極端部76となっていることを特徴とする。

【0105】次に、図21(i)～(n)の単位電極を画素の繰り返し単位：横略 $100\mu\text{m}$ ×縦略 $300\mu\text{m}$ のマルチドメイン液晶表示装置に適用した例について、図23(s)～(y)の適用例を参照して説明する。図23(s)の適用例は、図21(i)の単位電極をいくつか用いている。すなわち単位電極(i)と、単位電極(i)を制御電極73に対して線対称にした単位電極を、互いに制御電極73を共有するように配置して電極(o)のような電極を形成し、電極(o)を2個用いてマルチドメイン液晶表示装置の画素電極とした。電極(o)のようにした理由は、制御電極73からの斜め電界と電極(o)の左右の端部の斜め電界により、液晶の方向を略2方向に制御するためである。この図23

(s)の適用例では、制御電極73が画素の長辺に対して平行になるようにした。なお、マルチドメイン液晶表示装置に適用するにあたって、電極(o)に示すように画素電極71が制御電極73で分断されている構造ではなく、画素上の画素電極71が等電位になるように接合部を設けてある。画素上の画素電極71が等電位になるように接合部を設けてあるのは、電極(o)を図23(t)の適用例に、単位電極(l)を図23(u)の適用例に、単位電極(j)を図23(w)の適用例に、単位電極(k)及び単位電極(n)を図23(x)の適用例に、単位電極(i)、単位電極(l)及び単位電極(j)を図23(y)の適用例にそれぞれ適用する場合

も同様である。

【0106】図23(t)の適用例は、電極(o)を5個を制御電極73が画素の短辺に対して平行になるよう配置してマルチドメイン液晶表示装置の画素電極とした。図23(u)の適用例は、単位電極(l)から構成されている。まず、4個の単位電極(l)を互いに制御電極73を共有するように配置して電極(p)のような電極を形成し、その電極(p)を2個用いてマルチドメイン液晶表示装置の画素電極とした。単位電極

(l)、電極(p)を用いた理由は、単位電極(l)の2つの制御電極73からの斜め電界と画素端部の斜め電界の3つの斜め電界により、単位電極(l)上の配向を略1方向に制御し、さらに単位電極(l)を電極(p)のように配置することで液晶の方向を略4方向に制御するためである。

【0107】図23(v)の適用例は、単位電極(l)と単位電極(m)から構成されている。4個の単位電極(m)を制御電極73が外側となるように配置して電極(q)のような形状にした。電極(p)2個の間に電極(q)を配置して用いてマルチドメイン液晶表示装置の画素電極とした。ただし、図23(v)の適用例では電極(p)と電極(q)の間の配向の整合性を取るために、電極(q)の外側にある制御電極73のうち、電極(p)と接する部分を取り除いてある。このように基本的には単位電極(i)～(n)を用いて画素電極を形成するのであるが、上述のように配向の整合性を取るために、単位電極の形状を一部変更することも可能である。

【0108】図23(w)の適用例は、単位電極(j)から構成されている。単位電極(j)の形状を略正方形とし、4個の単位電極(j)を互いに制御電極73を共有するように配置して電極(r)のような形状にした。電極(r)を3個用いてマルチドメイン液晶表示装置の画素電極とした。単位電極(j)、電極(r)を用いた理由は、単位電極(j)の2つの制御電極73からの斜め電界と2つの画素端部の斜め電界の4つの斜め電界により、電極(r)上の配向を略1方向に制御し、さらに単位電極(j)を電極(r)のように配置することで液晶の方向を略4方向に制御するためである。図23

(w)の適用例では電極(r)の個数を3としたが、これに限定されることなく、画素サイズ、用途に応じて任意に設計することができる。

【0109】図23(x)の適用例は、2個の単位電極(k)と2個の単位電極(n)から構成されている。単位電極(k)の四角形を台形とした。台形の上底に制御電極73がくるようにし、2つの単位電極(k)を上底を共有するように配置した。このようにして形成した電極の斜辺の部分に単位電極(n)を、単位電極(k)と制御電極73を共有するように配置した。組み合わせる際、配向の整合性を取るために、台形の上底すなわち制御電極73の一部分を隠すようにした。結果として長方

形の画素電極 71 の上に「Y」型と「Y」型の上下反転した型の制御電極 73 が配置されているように見える電極が形成される。これをマルチドメイン液晶表示装置の一画素電極とした。

【0110】図 23 (y) の適用例は、単位電極 (i)、単位電極 (l)、単位電極 (j) の 3 種類の単位電極から形成されている。この図 23 (y) の適用例では、単位電極 (i) は台形とし、単位電極 (l) は制御電極 73 で挟まれた角が直角である直角二等辺三角形とし、単位電極 (j) は平行四辺形とした。単位電極 (l) の斜辺と単位電極 (i) の上底（開口部となっている）が接し、単位電極 (i) の下底と単位電極 (j) が制御電極 73 を共有している。このようにして形成された電極をいくつか用いてマルチドメイン液晶表示装置の一画素電極とした。なお、微小画素電極の一部に直角二等辺三角形を用いているので、画素電極 71 内部にある制御電極 73、開口部 74 は画素の短辺に対して略 45° または略 135° の角度をなしている。図 23 (s) ~ (y) の適用例のいずれの場合においても、基本的には単位電極を用いて画素電極を形成するのであるが、画素全体での配向の整合性を取るために、単位電極の形状を一部変更することも可能である。以上のように設計した画素電極を持つマルチドメイン液晶表示装置を製造した。この制御電極の詳細は第 2 実施例のそれに準じて実施することができる。

【0111】上述した図 23 (s) ~ (y) の適用例の配向状態を、図 24 ~ 図 30 に顕微鏡写真で示す。なお、図 24 ~ 図 27、図 29 では、2 枚の偏光板の配置方法は偏光板の吸収軸を互いに直交させ、かつ、そのうち 1 枚の偏光板の吸収軸を画素の長辺に対して略 45° の方向になるようにしてある。また図 28、図 30 では、2 枚の偏光板の配置方法は偏光板の吸収軸を互いに直交させ、かつ、そのうち 1 枚の偏光板の吸収軸を画素の長辺に対して略 0° の方向になるようにしてある。

【0112】この例によれば、図 23 (s) ~ (y) の適用例のいずれの場合においても制御電極 73 の周辺部、開口部 74 の周辺部、画素電極 71 の周辺部からの斜め電界の効果により良好なマルチドメイン状の液晶配向が得られた。特に、図 23 (w) の適用例のパターンにおいては視角特性がよく、透過率が高く、安定性に優れた配向が得られた。この図 23 (w) の適用例においては、単位電極 (j) の形状は略正方形なので、液晶は

対角線の方向にそろって倒れる。そのため隣り合う単位電極 (j) との間では、配向方向が略 90° 異なっている。電極 (r) 上では「+」型の制御電極 73 で区切られた 4 回対称な配向となっている。

【0113】このように、この例の構成によっても、第 1 実施例において述べたのと略同様な効果を得ることができる。

【0114】◇第 7 実施例

この発明の第 7 実施例では、第 6 実施例に示した図 23 (w) の適用例において、制御電極電圧係数（制御電極電圧／画素電極電圧）を異ならせた場合の配向制御性への影響を比較検討した。ここで、画素電極電圧及び制御電極電圧とは、共通電極 81 の電圧を基準とした画素電極 71 及び制御電極 73 の電圧を示している。前述したように、画素電極電圧と制御電極電圧との電圧比は、画素電極 71 と制御電極 73 との間の結合容量 126 と、画素電極 71 と共通容量ライン 72 との間の付加容量 127 及び液晶容量 125 との比によって定まる。ここで、共通容量ライン 72 の電圧は、共通電極 81 と同電圧とした場合には、（制御電極電圧係数）＝〔（液晶容量 125 の容量値）＋（結合容量 126 の容量値）＋（付加容量 127 の容量値）〕／（結合容量 126 の容量値）で決定される。

【0115】液晶容量 125 は配向状態の変化により変動するが、簡単のために、液晶容量 125 を最大値として考えた。すなわち、液晶容量 125 の容量値を計算する時には、液晶の比誘電率として、液晶分子軸に水平な方向に対応する比誘電率と垂直な方向に対応する比誘電率のうち、大きいほうの値を用いることとした。この例においては、結合容量 126 の容量値を変化させることによって、制御電極電圧係数を異ならせた。結合容量 126 は画素電極 71 と制御電極 73 との重畳部に形成されるので、この重畳部の面積及び両電極 71、73 間の層間膜の膜厚と比誘電率によって、結合容量 126 の容量値が定まるが、ここでは、以下の表 1 に示されるように制御電極 73 と画素電極 71 との重畳部の面積を変化させる例で示した。なお、両電極 71、73 間の層間膜は CVD 成膜による膜厚が略 200 nm の窒化シリコンを用いた。窒化シリコン膜の比誘電率は略 6.4 である。

【0116】

【表 1】

重畳部面積と制御電極電圧係数との関係

重畳部面積 [μm ²]	結合容量 126 [fF] ①	付加容量 127 [fF] ②	液晶容量 125 [fF] ③	制御電極電圧係数 (①+②+③) / ①
16800	4769	164	312	1.1
8400	2381	164	312	1.2
5600	1587	164	312	1.3
4200	1190	164	312	1.4

【0117】次に、表 1 に示したように制御電極電圧係

数を変化させた TFT-LCD (Liquid Cry

stal Device)を製造して表示動作を行ない、顕微鏡ならびに目視により観察した。表1の制御電極電圧係数の各値1.1、1.2、1.3、及び1.4、のそれぞれに対応する表示時の画素の顕微鏡写真を、図31、図32、図33及び図34に示した。図31～図34から明らかなように、制御電極電圧係数の異なる各々のTFT-LCDにおいて、この発明の原理に基づくマルチドメイン液晶配向制御を実現することができた。特に、制御電極電圧係数が1.2以上、より好ましくは1.3以上の場合において、より正確に配向制御を実現することができた。これに対して、制御電極電圧係数が1.1と値の小さいTFT-LCDにおいては、目視観察により若干のざらつき感が見られた。以上の結果から明らかなように、制御電極電圧係数については、その値が大きいほうが配向制御性が優れるが、これに伴って画素電極に印加される電圧は相対的に減少するため、駆動電圧あるいは明るさの点からは、制御電極電圧係数は大きくなり過ぎるのは望ましくない。これらのことを考慮すると、制御電極電圧係数は略1.3程度が最も好ましいと考えられる。

【0118】このように、この例の構成によっても、第1実施例において述べたのと略同様な効果を得ることができる。

【0119】◇第8実施例

この発明の第8実施例では、第6実施例に示した図23(w)の適用例を基に、微小配向領域のサイズを異ならせた風数の実験用液晶セルを製造してそれぞれ比較検討した。ここで、微小配向領域とは、制御電極73、画素電極71の端部及び画素電極71に設けられた開口部74等の境界によって区切られる領域を示し、液晶が概ね単一の配向をとる領域を示している。この例における図23(w)の適用例においては、一つの微小配向領域のサイズは略40 μ m平方である。これを基に、微小配向領域サイズを略20 μ m平方とした実験用液晶セルを製造した。比較例として、微小配向領域サイズを略40 μ m平方とした実験用液晶セルも併せて製造した。これらの実験用液晶セルでは、TFTやゲートバスライン及びドレインバスライン等を省略し、制御電極73と画素電極72とのそれぞれに直接電圧を印加できる構造とした。

【0120】図35はこの例の実験用液晶セルにおいて、暗状態から明状態に電圧を切り替えた後の顕微鏡写真を示している。図35(a)は暗状態から明状態に電圧を切り替えた後20ms放置した後の様子を示す写真、図35(b)は暗状態から明状態に電圧を切り替えた後1秒以上放置したあとの様子を示す写真である。両写真を比較して明らかなように、この例では、電圧印加後、20ms以内に定常状態の配向状態とほぼ等しい配向状態が得られ、配向の安定性と電気光学的応答特性が優れていることがわかった。応答時間の具体的な測定値

は、暗→明が約15ms、明→暗が約9msであった。

【0121】一方、図36は比較例において、暗状態から明状態に電圧を切り替えた後の顕微鏡写真を示している。図36(a)は暗状態から明状態に電圧を切り替えた後20ms放置した後の様子を示す写真、図36

(b)は暗状態から明状態に電圧を切り替えた後1秒以上放置したあとの様子を示す写真である。両写真を比較して明らかなように、比較例では、電圧印加後、明るい定常状態の配向状態を得るまでに若干の時間を必要とすることがわかった。応答時間の具体的な測定値は、暗→明が約140ms、明→暗が約9msであった。

【0122】上述したようにこの例では、電気光学的応答特性については、微小配向領域サイズを小さく(20 μ m平方)した方が、微小配向領域サイズを大きく(40 μ m平方)した場合よりも優れていること確認された。しかしながら、素子全体の光透過率については、各微小領域境界に見られる暗線の密度の違いにより、微小領域配向領域サイズが大きいほうが好ましいことがわかった。すなわち、微小配向領域サイズを大きく(40 μ m平方)とした方が、微小配向領域サイズを小さく(20 μ m平方)した場合よりも実験用液晶セル全体での光透過率は高くなることが確認された。

【0123】微小配向領域サイズは、上記のような理由から、動画表示を行なうかどうかといった用途によって、また、目的とするTFT-LCDの画素ピッチとの兼ね合いを考慮して適宜選択できる。動画表示をおこなう場合には、略20 μ m平方程度あるいはそれ以下、動画表示を行わない場合は略40 μ m平方程度あるいはそれ以上とすることが好ましい。もちろん用途によっては20 μ m～40 μ m平方の範囲に設定してもよい。

【0124】このように、この例の構成によっても、第1実施例において述べたのと略同様な効果を得ることができる。

【0125】◇第9実施例

図37は、この発明の第9実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の画素の構成を示す模式的平面図、図38は図37のH-H'における模式的部分断面図、図39は図37のI-I'における模式的部分断面図である。この例のマルチドメイン液晶表示装置の構成が、上述した第1実施例の構成と大きく異なるところは、制御電極をスイッチング素子としてのTFTのソース端子と一体的に形成するようにした点である。すなわち、この例のマルチドメイン液晶表示装置は、図37～図39に示すように、制御電極73はTFT54のソース端子57と一体的にクロム等の不透明金属により形成されている。このように構成すると、既に述べたように、結合容量126の容量値を大きく形成した場合に、開口率の低下を招くことが懸念されるが、この例においては、その点も考慮して十分な開口率を確保できる構成になっている。具体的には、ゲート絶縁膜61を介して制御電極73よ

り下層に結合容量電極171を形成して、この結合容量電極171と、層間絶縁膜63を介して制御電極73より上層に形成した画素電極71とが、それぞれ制御電極73との重畳部を有しており、互いにコンタクトホール172を通じて接続されている。図37では、結合容量電極171の大部分が制御電極73の下に隠れているので分かりにくい、図39から明らかなように、結合容量電極171は、略制御電極73の形状に沿ってこの下側に配置されている。

【0126】この例によれば、制御電極73の上下両側に結合容量126を形成できるので、結合容量126の容量値を大きくする場合にも、制御電極73の面積をそれほど大きくしなくとも、十分な開口率を確保することができる。この例では、制御電極73を画素電極71よりも下層に形成した例を示したが、逆に画素電極71を制御電極73の下層に形成することもでき、画素電極71のさらに下層に配置した結合容量電極171と、上層の制御電極73とをコンタクトホール172を通じて接続することにより、画素電極71の上下両側に結合容量を形成することができる。

【0127】さらに、この例によれば、付加容量127に関しても、小さな重畳面積により十分な容量値を得るための構成を採用している。すなわち、コンタクトホール177において、接続端子176により共通容量ライン72に接続された付加容量端子175、画素電極71との重畳部により付加容量127を形成している。ここで、共通容量ライン72はゲートバスライン55と同層の金属膜により形成されており、付加容量端子175はドレインバスライン56と同層の金属膜により形成されている。このように、付加容量端子175は共通容量ライン72よりも画素電極71に近い層に形成されているので、小さな重畳面積により十分な付加容量127の容量値を確保することができる。

【0128】この例では、層間絶縁膜63を介して付加容量127を形成した例を示したが、ゲート絶縁膜61を介して付加容量127を形成する構成とした場合であっても、これら2つの絶縁膜63、61を介した付加容量127を形成する構成よりも大きな容量値を確保しやすい。なお、小さな重畳面積で十分な容量値を得て開口率を確保するためには、上記のような層構造における工夫の他、例えば、ゲート絶縁膜61あるいは層間絶縁膜63の膜厚を薄くしたり、誘電率を大きくする等でも効果がある。

【0129】また、上記の開口率の確保に関する効果以外にも、この例においては、制御電極73を金属膜により構成することにより、制御電極73のパターニング精度を向上できるという効果もある。この理由は、通常、ITO等の透明電極よりもCr等の不透明金属のほうが、ウェットエッチングの精度が高いからである。この発明のマルチドメイン液晶表示装置においては、各々の

電極の重畳部に形成される各容量の容量値が重要な設計パラメーターとなるため、重畳部の面積を決める各電極のパターニング精度の向上は重要である。

【0130】次に、図41乃至図43を参照して、この例のマルチドメイン液晶表示装置の製造方法について工程順に説明する。まず、図41(a)に示すように、ガラスから成る第1の基板11上にクロムをスパッタ成膜した後、フォトリソグラフィ技術を用いてウェットエッチングによりクロムをパターニングして、ゲートバスライン55、共通容量ライン72、及び結合容量電極171を形成した。続いて、図41(b)に示すように、CVD法を用いて窒化シリコンを成膜して、ゲート絶縁膜61を一様に形成した。なお、ゲート絶縁膜61は、例えば二酸化シリコン等でも良く、また窒化シリコンと酸化シリコンとの積層膜等でも良い。もちろん有機膜等でも構わない。次にCVD法によりアモルファスシリコン層を成膜し、フォトリソグラフィ技術を用いてドライエッチングによりパターニングして、アイランド状にTFT54の活性層64を形成した。

【0131】次に、図42(c)に示すように、クロムをスパッタ成膜した後、フォトリソグラフィ技術を用いてウェットエッチングによりパターニングして、ドレインバスライン56、ドレイン端子58、ソース端子57、制御電極73、付加容量端子175を形成した。続いて、図42(d)に示すように、窒化シリコンをCVD成膜して層間絶縁膜63を一体的に一様に形成し、さらにフォトリソグラフィ技術を用いてドライエッチングにより層間絶縁膜63及びゲート絶縁膜61を連続的にパターニングして、コンタクトホール172、177を形成した。続いて、図43に示すように、ITOをスパッタ成膜して、フォトリソグラフィ技術を用いてウェットエッチングによりパターニングして、フローティングの画素電極71と接続端子176を形成した。なお、画素電極71及び接続端子176を形成する工程において、ITOをウェットエッチングに代えてドライエッチングによりパターニングすることにより、パターニング精度を向上することができる。

【0132】上述したように、全部で5回のフォトリソグラフィ技術を用いる5PR工程により第1の基板11を形成する。なお、詳しく説明しないが、この発明のマルチドメイン液晶表示装置において、表示領域周辺に設けられる、ゲートバスライン端子、ドレインバスライン端子、共通容量ライン接続部、静電保護トランジスタ等のすべての周辺素子についても、特にプロセスを追加することなく上記の工程と並行して同時に形成することができる。この詳細については、例えば特開平10-232409号公報等に記載されている。なお、第2の基板12の製造工程及び第1の基板11と第2の基板12との貼り合わせ工程等の、他のプロセスは、第1実施例の製造方法に準じて実施することができる。

【0133】このように、この例の構成によっても、第1実施例において述べたのと略同様な効果を得ることができる。

【0134】◇第10実施例

図44は、この発明の第10実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の画素の構成を示す模式的平面図、図45は図44のK-K'における模式的部分断面図、図46は図44のL-L'における模式的部分断面図である。この例のマルチドメイン液晶表示装置の構成が、上述した第1実施例の構成と大きく異なるところは、着目する画素の前段に対応するゲートバスラインに、放電用のTF Tを配置するようにした点である。すなわち、この例のマルチドメイン液晶表示装置は、図44～図46に示すように、特に図15を参照して説明した第3実施例の変形例において、着目する画素の前段に対応するゲートバスライン55に、放電用のTF T141が配置されている。ここで、TF T141を構成するゲート端子、ドレイン端子、ソース端子、活性層等は、表示用のTF T54と同時に並行して形成することができる。TF T141は、そのドレイン端子がコンタクトホール142を通して共通容量ライン72に接続されており、ソース端子がコンタクトホール143を通して画素電極71に接続されている。この構成によって、前段のゲートバスライン55が選択された瞬間に共通容量ライン72の電位を画素電極71に書きこむことにより、画素電極71に蓄積された電荷を放電させることができるようになる。

【0135】また、この例においては、画素電極71に設けられた開口部74のうち、下層に配置された制御電極73からの制御電界が作用する開口部74に対応する部位では、層間絶縁膜63が除去された構成になっている。このような構成とすることにより、制御電極73と液晶層との間にあった絶縁膜部分での電圧の損失がなくなり、制御電極73からの電界が直接液晶層に印加される効果が得られる。また、層間絶縁膜63の除去により形成される凹形状が、傾斜電界の作用による液晶分子の傾斜方向と整合するために、微小配向領域境界部における液晶の配向が安定する、といった効果が得られる。このような層間絶縁膜63の除去は、表示領域周辺の端子部を露出させる工程と同時に並行して実施できるので、特に付加的な工程は必要としない。

【0136】このように、この例の構成によっても、第1実施例において述べたのと略同様な効果を得ることができる。

【0137】以上、この発明の実施例を図面により詳述してきたが、具体的な構成はこの実施例に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更などがあってもこの発明に含まれる。例えばスイッチング素子として動作させる素子としてはTF Tを使用する例で説明したが、これに限らずMIM (Metal Insulator Metal) 素子等のダイオードを使用してもよい。また、画素電極及び制御電極を構成する透明電極としてはITOを使用する例で説明したが、これに限らずネサ膜(酸化錫膜)等の他の材料を使用することも可能である。また、制御電極を透明電極で構成する場合には、一部のみに透明電極を用いるようにしてもよい。また、ゲートバスライン、ソース端子、ドレイン端子等を構成する金属としてはクロムを使用する例で説明したが、これに限らずモリブデン、タンタルあるいはこれらの合金等の他の材料を使用することも可能である。

【0138】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、各画素毎に設けられた制御電極を、各画素毎に設けられたスイッチング素子で駆動するため、その画素が明表示、暗表示、あるいは中間表示となっても、それに応じて制御電極電位が制御され、よって、制御電極から広がるように発生する斜め方向の電界により液晶のドメイン形成を確実に制御できる。さらに、画素電極には結合容量を介して制御電極電圧の分圧が印加されるため、1個のスイッチング素子だけで制御電極と画素電極との2つの電極電位を制御することができる。したがって、共通電極の微細加工工程等の煩雑な工程を増加させたり、高度な貼り合わせ技術を要求することなく、高コントラストで、視角特性の優れたマルチドメイン液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の画素の構成を示す模式的平面図である。

【図2】図1のA-A'における模式的部分断面図である。

【図3】図1のB-B'における模式的部分断面図である。

【図4】図1のC-C'における模式的部分断面図である。

【図5】同マルチドメイン液晶表示装置の画素の等価回路図である。

【図6】同マルチドメイン液晶表示装置の製造方法を工程順に示す工程図である。

【図7】同マルチドメイン液晶表示装置の製造方法を工程順に示す工程図である。

【図8】この発明の第2実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の画素の構成を示す模式的平面図である。

【図9】図8のD-D'における模式的部分断面図である。

【図10】図8のE-E'における模式的部分断面図である。

【図11】同マルチドメイン液晶表示装置におけるマルチドメイン状の液晶配向を模式的に示す図である。

【図12】同マルチドメイン液晶表示装置におけるマル

チドメイン状の配向状態に対応する透過光の様子を模式的に示す図である。

【図13】この発明の第3実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の構成を示す模式的部分断面図である。

【図14】同マルチドメイン液晶表示装置の画素の等価回路図である。

【図15】同マルチドメイン液晶表示装置の変形例の画素の等価回路図である。

【図16】この発明の第4実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の構成を示す模式的部分断面図である。

【図17】この発明の第5実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の画素の構成を示す模式的平面図である。

【図18】図17のF-F'における模式的部分断面図である。

【図19】図17のG-G'における模式的部分断面図である。

【図20】この発明の第6実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の画素電極と制御電極との組み合わせ例の平面形状を示す図である。

【図21】同マルチドメイン液晶表示装置の画素電極と制御電極との組み合わせ例において、基本的な構成の平面形状を示す図である。

【図22】同マルチドメイン液晶表示装置の画素電極と制御電極との組み合わせ例において、基本的な構成の平面形状を示す図である。

【図23】同基本的な構成を同マルチドメイン液晶表示装置に適用した例の平面形状を示す図である。

【図24】同マルチドメイン液晶表示装置の画素の配向状態を示す顕微鏡写真である。

【図25】同マルチドメイン液晶表示装置の画素の配向状態を示す顕微鏡写真である。

【図26】同マルチドメイン液晶表示装置の画素の配向状態を示す顕微鏡写真である。

【図27】同マルチドメイン液晶表示装置の画素の配向状態を示す顕微鏡写真である。

【図28】同マルチドメイン液晶表示装置の画素の配向状態を示す顕微鏡写真である。

【図29】同マルチドメイン液晶表示装置の画素の配向状態を示す顕微鏡写真である。

【図30】同マルチドメイン液晶表示装置の画素の配向状態を示す顕微鏡写真である。

【図31】この発明の第7実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の表示時の画素の顕微鏡写真である。

【図32】同マルチドメイン液晶表示装置の表示時の画素の顕微鏡写真である。

【図33】同マルチドメイン液晶表示装置の表示時の画素の顕微鏡写真である。

【図34】同マルチドメイン液晶表示装置の表示時の画素の顕微鏡写真である。

【図35】この発明の第8実施例であるマルチドメイン

液晶表示装置の実験用液晶セルの暗状態から明状態に電圧を切り替えた後の顕微鏡写真ある。

【図36】同マルチドメイン液晶表示装置の比較用液晶セルの暗状態から明状態に電圧を切り替えた後の顕微鏡写真ある。

【図37】この発明の第9実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の画素の構成を示す模式的平面図である。

【図38】図37のH-H'における模式的部分断面図である。

【図39】図37のI-I'における模式的部分断面図である。

【図40】図37のJ-J'における模式的部分断面図である。

【図41】同マルチドメイン液晶表示装置の製造方法を工程順に示す工程図である。

【図42】同マルチドメイン液晶表示装置の製造方法を工程順に示す工程図である。

【図43】同マルチドメイン液晶表示装置の製造方法を工程順に示す工程図である。

【図44】この発明の第10実施例であるマルチドメイン液晶表示装置の画素の構成を示す模式的平面図である。

【図45】図44のK-K'における模式的部分断面図である。

【図46】図45のL-L'における模式的部分断面図である。

【図47】従来のマルチドメイン液晶表示装置の画素の構成を示す模式的部分断面図である。

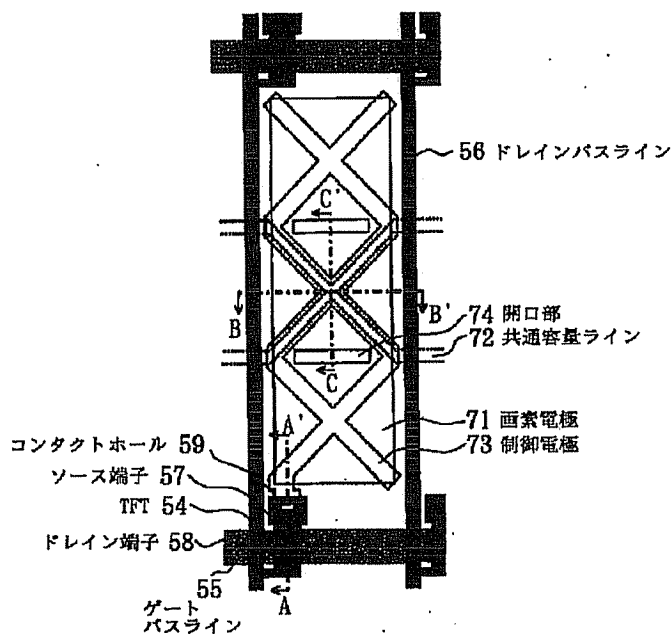
【符号の説明】

11	第1の基板
12	第2の基板
20	液晶
21	液晶分子
54	TFT（スイッチング素子）
55	ゲートバスライン
56	ドレインバスライン
57	ソース端子
58	ドレイン端子
59、142、143、149、172、177	コンタクトホール
61	ゲート絶縁膜
62	半導体膜
63	層間絶縁膜
64	活性層（半導体層）
65	TFTの保護膜
71	画素電極
72	共通容量ライン
73	制御電極
74	開口部
75	容量端子

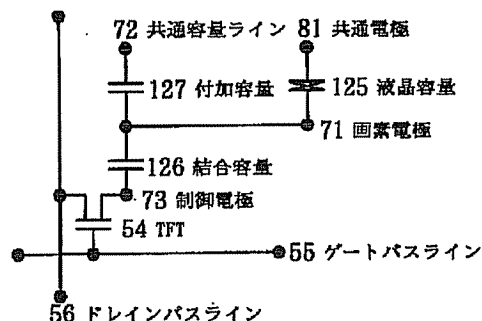
76 開口部もしくは画素電極端部
81 共通電極
91 色層
92 オーバーコート層
93 遮光層
125 液晶容量
126 結合容量

127 付加容量
135 結合抵抗
141 TFT (放電用素子)
171 結合容量電極
175 付加容量端子
176 接続端子
E1 液晶駆動電界

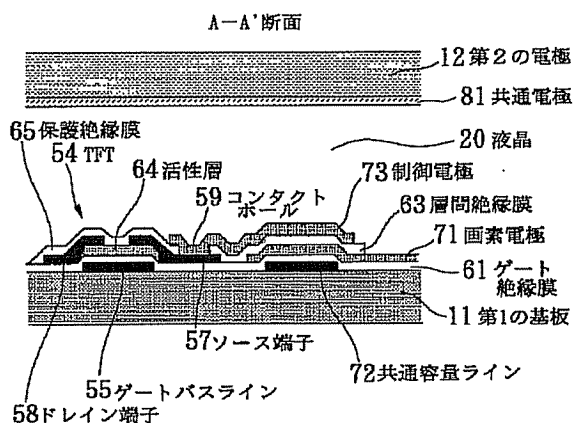
【図1】



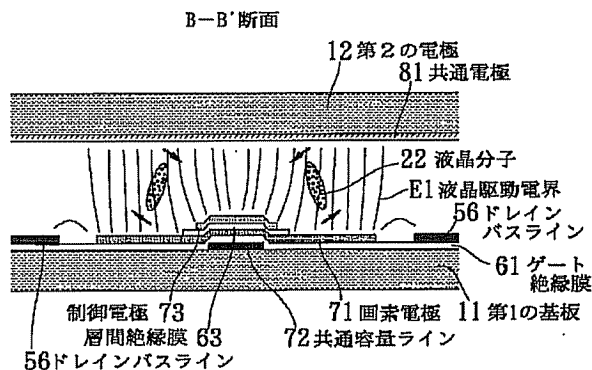
【図5】



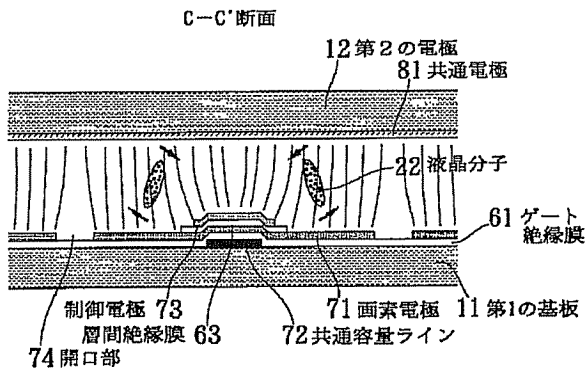
【図2】



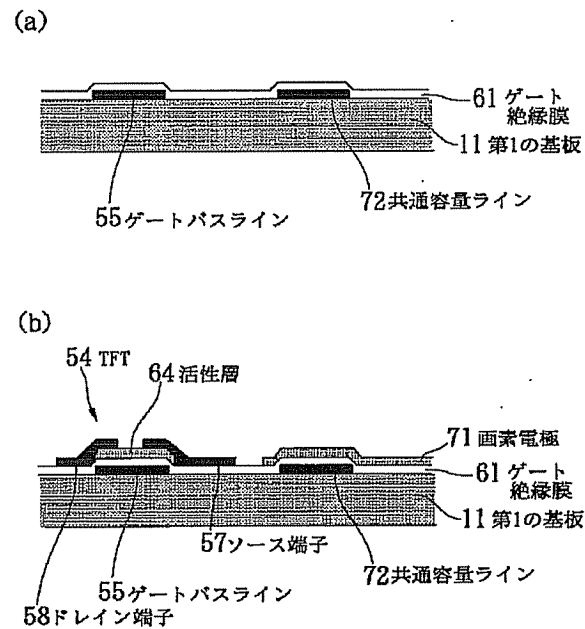
【図3】



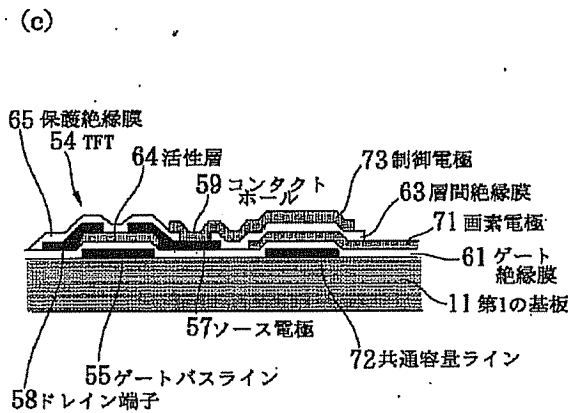
【図4】



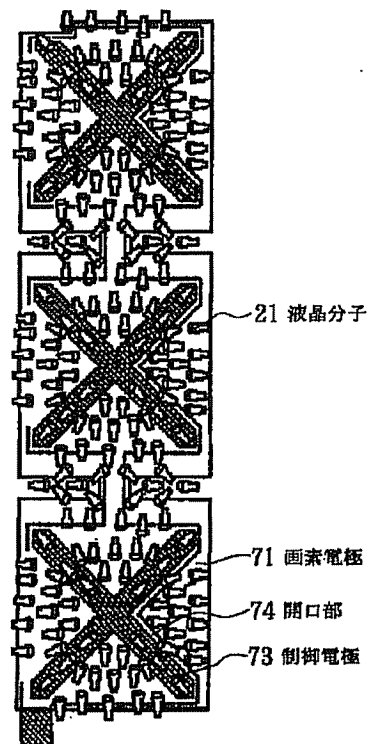
【図6】



【図7】



【図11】



【図9】

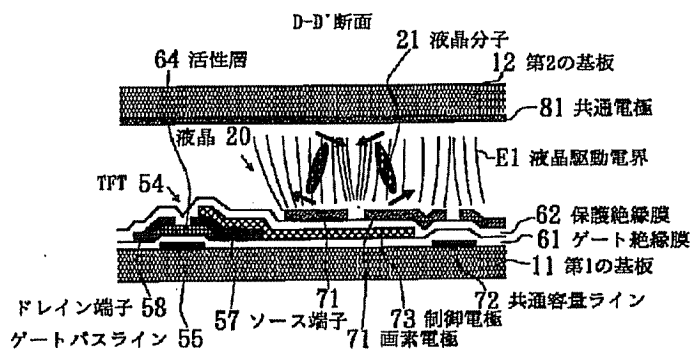


Figure 1 is a schematic diagram of a liquid crystal display panel. It shows a vertical stack of three pixel units. Each unit contains a pixel electrode (71) and a control electrode (73) separated by a gap (74). The electrodes are connected to a common bus at the bottom. A legend indicates the light axis direction with a crossed arrow symbol.

Figure 1 is a cross-sectional view of a liquid crystal display (E-E' section). The diagram shows a first substrate (11) at the bottom, which includes a gate insulating film (81), a gate electrode (71), a drain bus line (56), and a drain electrode (71). A second substrate (12) is positioned above the first, containing a common electrode (81) and liquid crystal molecules (21). The liquid crystal molecules are shown in a tilted state between the two substrates. An electric field (E1) is indicated as driving the liquid crystal. A protective insulating film (62) is located between the two substrates. An opening (74) is shown in the first substrate. The liquid crystal layer is labeled 20.

A-A'断面

12 第2の電極

81 共通電極

54 TFT

64 活性層

59 コンタクト

73 制御電極

62 半導体膜

71 画素電極

61 ゲート絶縁膜

11 第1の基板

57 ソース端子

55 ゲートバスライン

58 ドレイン端子

72 共通容量ライン

72 共通容量ライン 81 共通電極
127 結合容量 135 液晶容量
71 共通電極
126 結合容量
135 結合抵抗
73 制御電極
54 TFT
55 ゲートバスライン
56 ドレインバスライン

55 ゲートバスライン

141 TFT

72 共通容量
ライン

81 共通電極

127 付加容量

125 液晶容量

71 画素電極

126 結合容量

73 制御電極

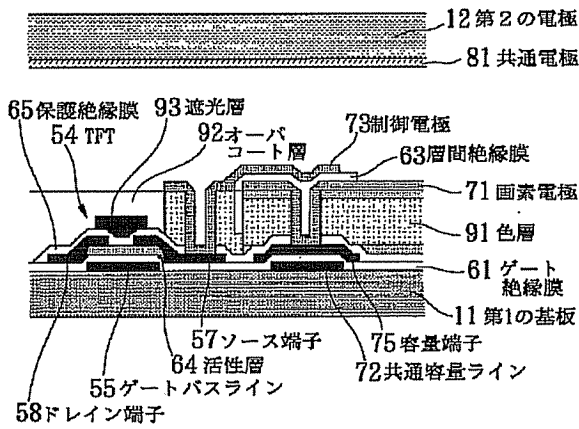
54 TFT

55 ゲートバスライン

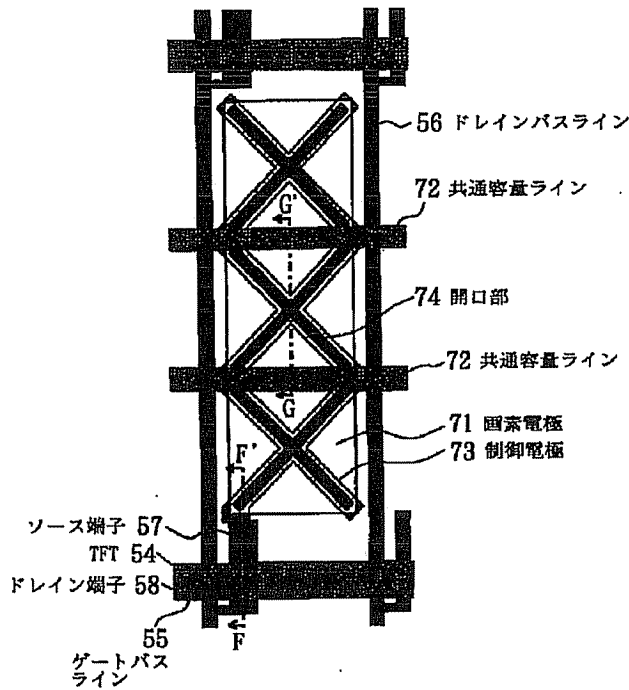
56 ドレインバスライン

【図 16】

A-A'断面

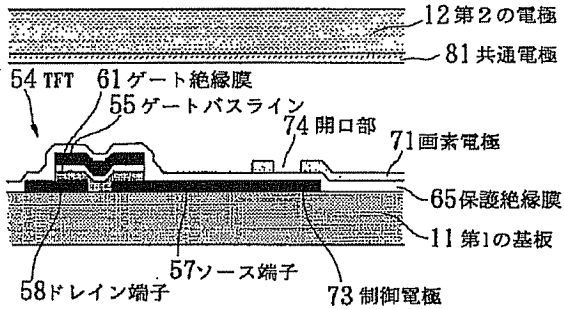


【図 17】



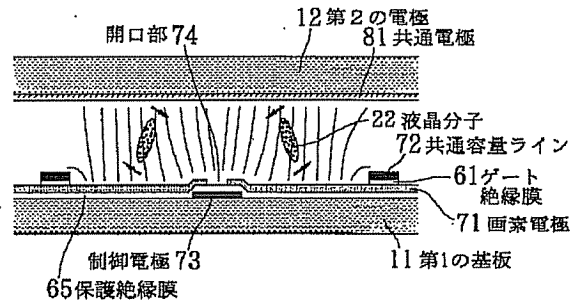
【図 18】

F-F'断面

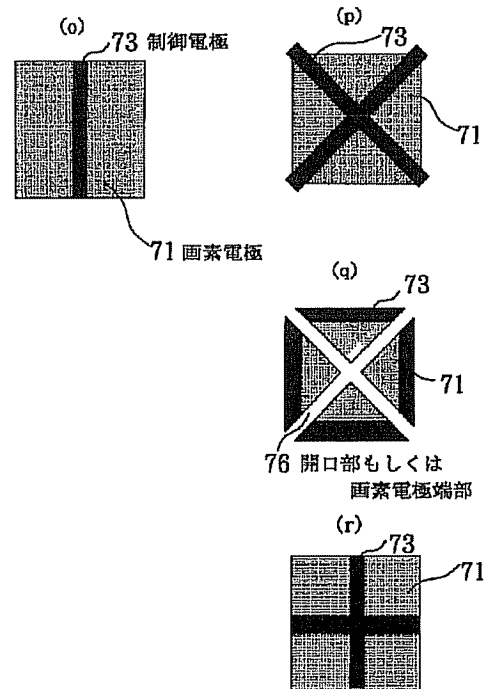


【図 19】

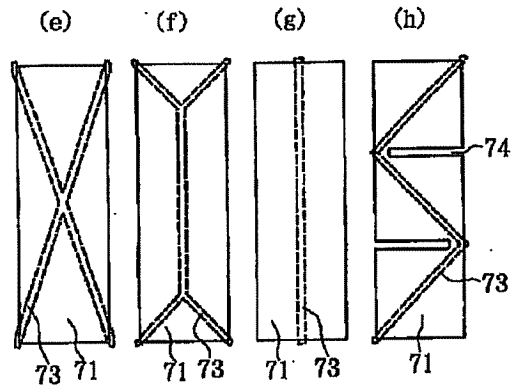
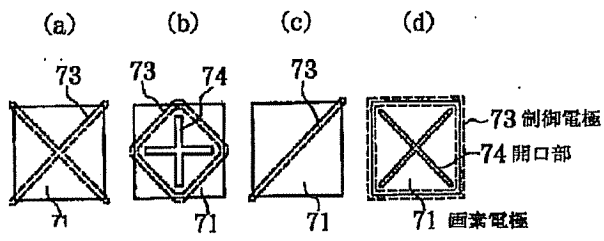
G-G'断面



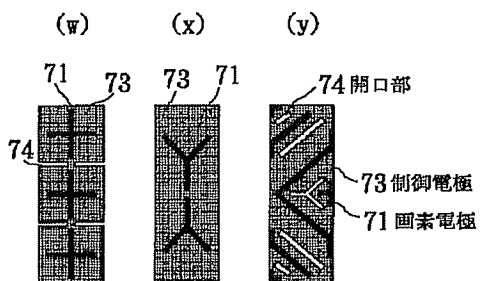
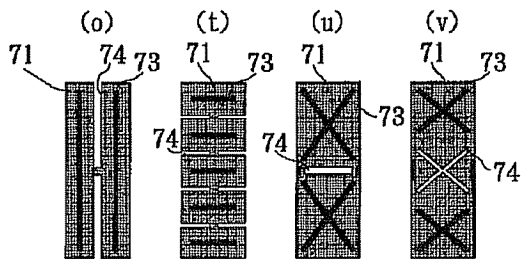
【図 22】



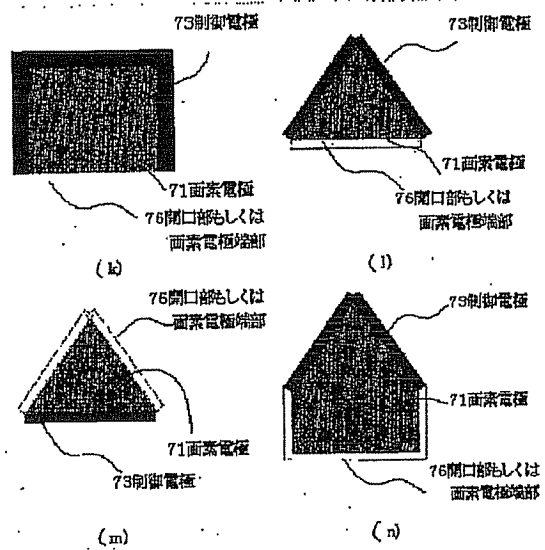
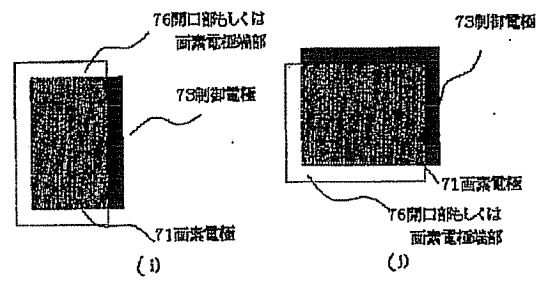
【図20】



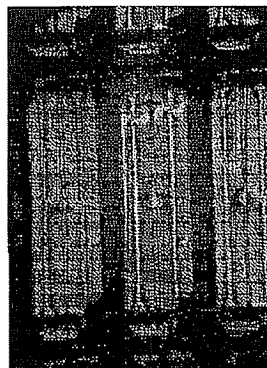
【図23】



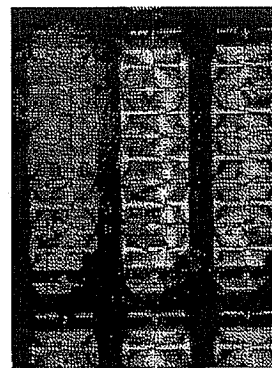
【図21】



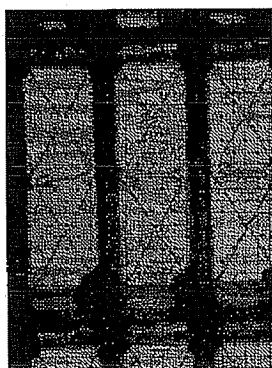
【図24】



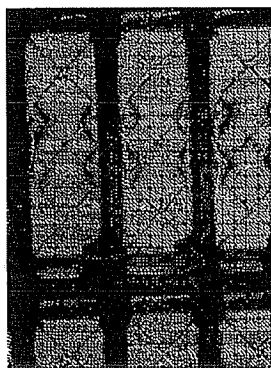
【図25】



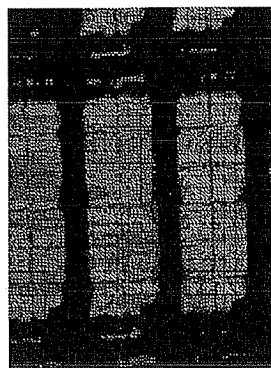
【図26】



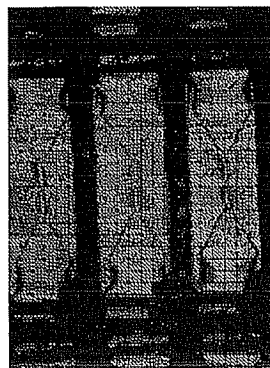
【図27】



【図28】



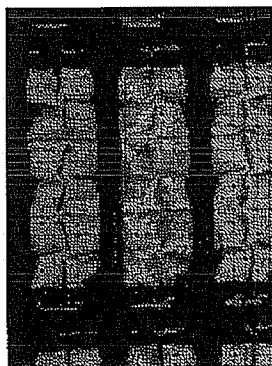
【図29】



【図30】



【図31】



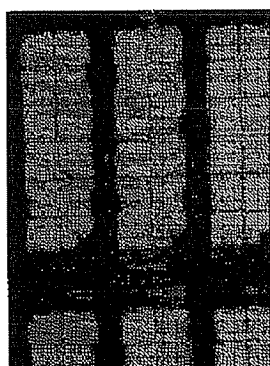
【図32】



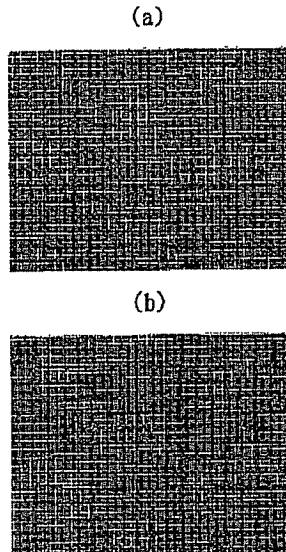
【図33】



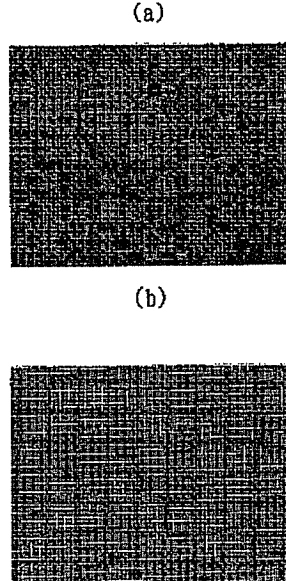
【図34】



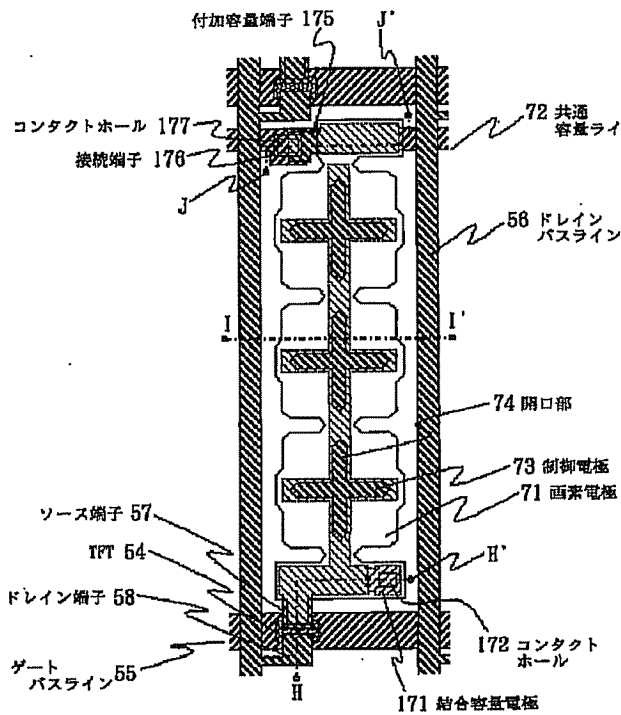
【図35】



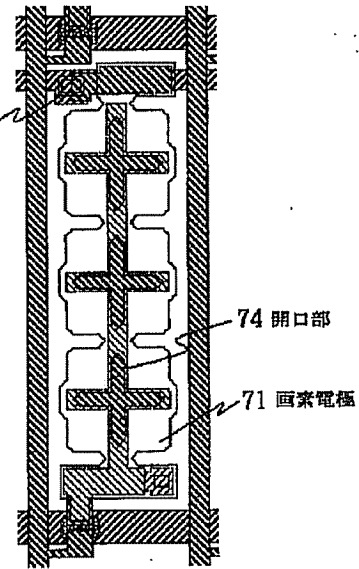
【図36】



【図37】

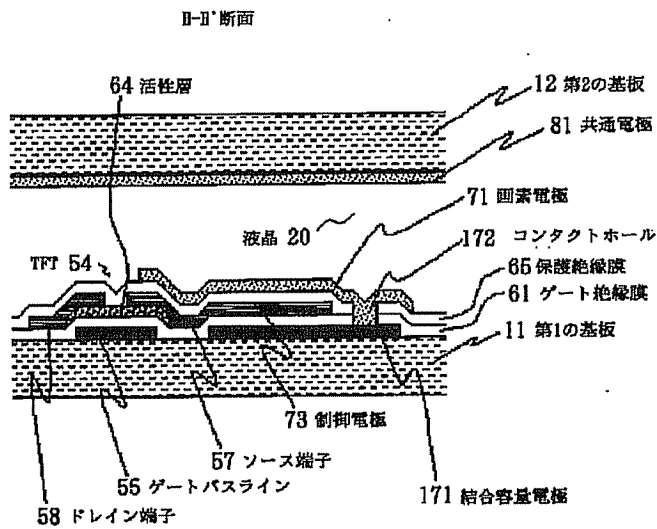


【図43】

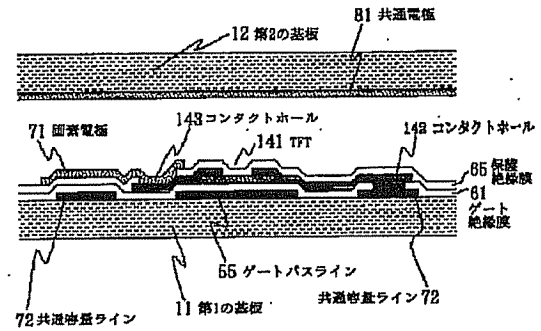


【図46】

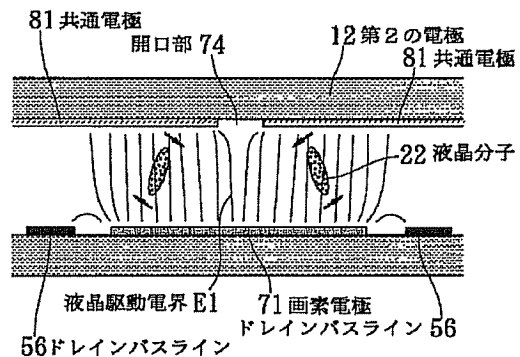
【図38】



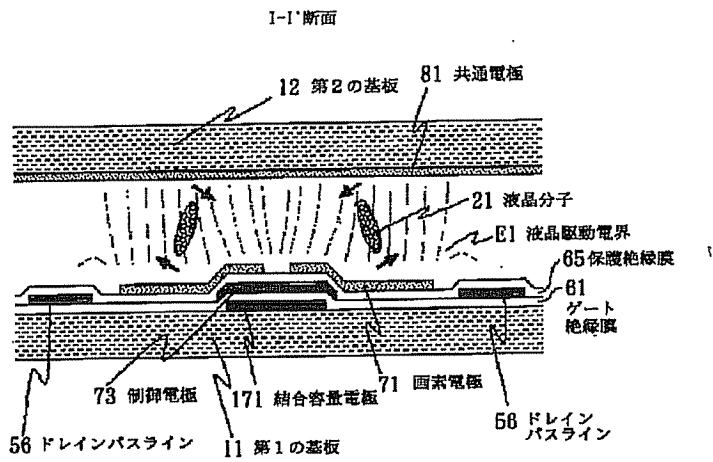
L-L' 断面



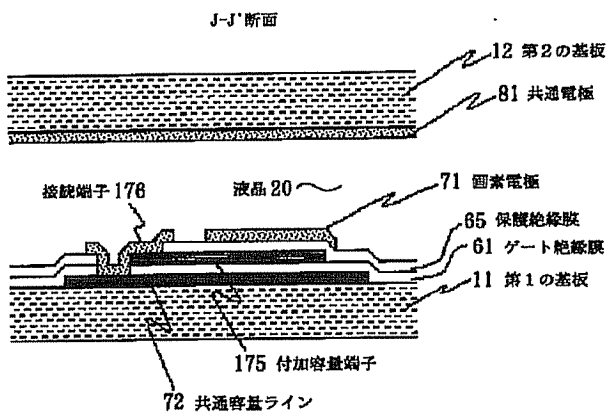
【図47】



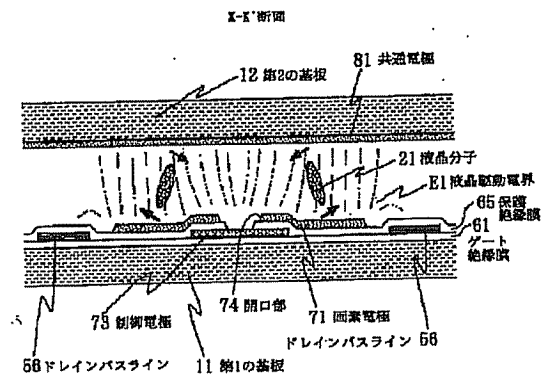
【図39】



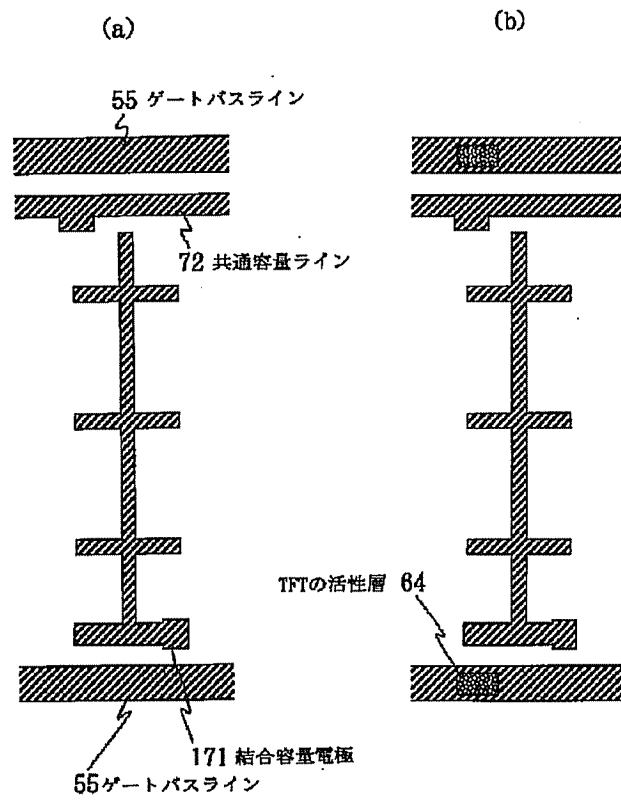
【図40】



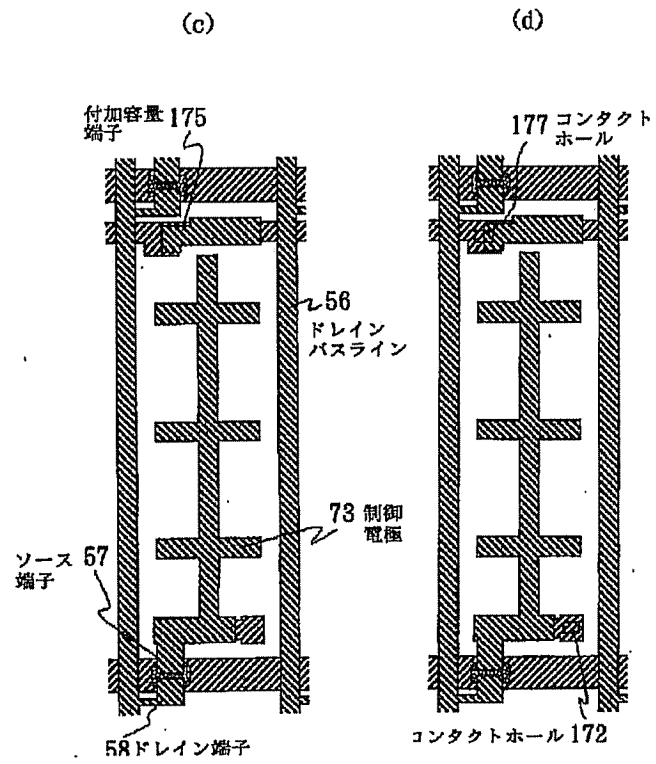
【図45】



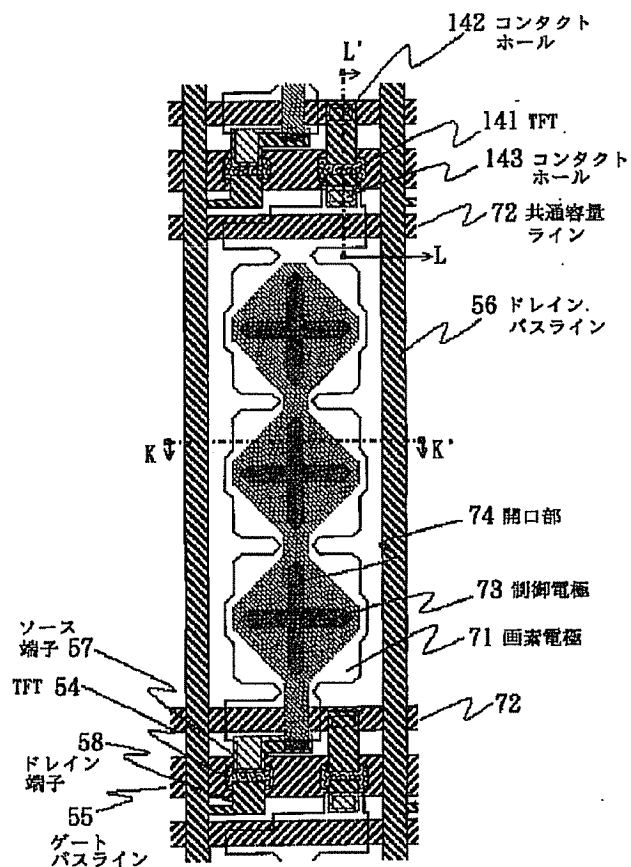
【図 4 1】



【図 4 2】



【図 4 4】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 成嘉
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株
式会社内
(72)発明者 葉山 浩
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株
式会社内
(72)発明者 加納 博司
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株
式会社内
(72)発明者 池田 直康
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株
式会社内

(72)発明者 高取 憲一
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株
式会社内
(72)発明者 能勢 崇
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株
式会社内
F ターム(参考) 2H090 KA05 LA01 LA03 LA08 MA01
MA02 MA09 MA14
2H091 FA11Y GA02 GA06 GA09
GA13 LA12 LA17 LA19
2H092 GA13 JA25 JA26 JA46 JB05
JB61 KA05 MA05 MA07 MA13
MA18 NA01 NA29 PA02 PA04
PA10